

CONGRESOS Y CURSOS

DIRECTOR:
LUIS ANTONIO SARABIA PEINADOR
COORDINADOR:
MIGUEL ÁNGEL IGLESIAS RÍO

II JORNADAS DE DOCTORANDOS DE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS



UNIVERSIDAD DE BURGOS

**II JORNADAS DE DOCTORANDOS DE
LA UNIVERSIDAD DE BURGOS**

Director:

LUIS ANTONIO SARABIA PEINADOR

Coordinador:

MIGUEL ÁNGEL IGLESIAS RÍO

II JORNADAS DE DOCTORANDOS DE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS



UNIVERSIDAD DE BURGOS
2015

(CONGRESOS Y CURSOS, 61)

II JORNADAS DE DOCTORANDOS DE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS

UNIVERSIDAD DE BURGOS
10 Y 11 de diciembre de 2015

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

© UNIVERSIDAD DE BURGOS
Edita: Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional
UNIVERSIDAD DE BURGOS
Edificio de Administración y Servicios
C/ Don Juan de Austria, 1
09001 BURGOS - ESPAÑA
ISBN: 978-84-16283-16-3

ÍNDICE

PRÓLOGO	13
CONFERENCIA INAUGURAL:	17
LAS QUINASAS DEL ESTRÉS COMO NUEVAS DIANAS TERAPÉUTICAS	19
PROFA. DRA. GUADALUPE SABIO BUZO	
PRIMERA SESIÓN	21
MODELIZACIÓN, SIMULACIÓN Y ENSAYOS DE FRAGILIZACIÓN POR HIDRÓGENO	23
A. DÍAZ, J.M. ALEGRE, I.I. CUESTA, P. DELGADO	
ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE VIDA RELACIONADA CON LA SALUD DEL ALUMNADO DEL PROGRAMA INTERUNIVERSITARIO DE LA EXPERIENCIA DE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS: APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO DE SALUD EQ-5D-5L	35
VANESA BAÑOS MARTÍNEZ	
CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA Y GENOTÍPICA DE <i>LISTERIA MONOCYTOGENES</i>	49
MANSO, B., MELERO, B., ROVIRA, J., RODRÍGUEZ LÁZARO, D.	
COBERTURA EN PRENSA ESCRITA DE LOS RIESGOS LABORALES A PARTIR DE LA LEY DE PREVENCIÓN	57
SERGIO ARCE GARCÍA	
LA UTILIZACIÓN DE OBRAS AJENAS CON FINES DOCENTES O DE INVESTIGACIÓN	65
MACARENA DIÉGUEZ MORÁN	
SEGUNDA SESIÓN	79
EFFECTO PROTECTOR DE UN NUEVO SAZONADOR SOBRE LA ACTIVACIÓN DE NRF-2 Y LA INHIBICIÓN DE NF-KB EN CÉLULAS HUVEC	81
MÓNICA GISELA GERARDI, RAQUEL DEL PINO-GARCÍA, DOLORES RIVERO PÉREZ, M ^a LUISA GONZÁLEZ SANJOSE, PILAR MUÑIZ RODRÍGUEZ	
DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE LA INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES LABORALES Y FAMILIARES SOBRE LA PROBABILIDAD DE ESTRÉS A TRAVÉS DE UN MODELO BAYESIANO	91
DAVID CÁRDENAS GONZALO	
USO DE METAHEURÍSTICOS PARA LA SELECCIÓN DE CARTERAS CON RESPONSABILIDAD SOCIAL	105
LARA CEPA SERRANO	

PROCESO DE ADAPTACIÓN TRANSCULTURAL DEL KINESTHETIC AND VISUAL IMAGERY QUESTIONNAIRE.....	117
MELOGNO-KLINKAS M., NUNEZ-NAGY S., UBILLOS S.	
HACIA UNA JUSTICIA PENAL CON ENFOQUE RESTAURATIVO.....	129
VIRGINIA DOMINGO DE LA FUENTE	
TERCERA SESIÓN.....	143
EL RUIDO DEL CANAL DE COMUNICACIÓN COMO FACTOR DECISIVO EN LA EXPERIENCIA DE CLIENTE.	145
M ^a DOLORES MÉNDEZ APARICIO	
ESTUDIO DEL EFECTO PROTECTOR FRENTE AL ESTRÉS OXIDATIVO EN RATAS DIABÉTICAS SUPLEMENTADAS CON UN SAZONADOR OBTENIDO A PARTIR RESIDUOS VITIVINÍCOLAS	159
RAQUEL DEL PINO-GARCÍA, M ^a DOLORES RIVERO-PÉREZ, JAVIER GARCÍA-LOMILLO, M ^a LUISA GONZÁLEZ-SANJOSÉ Y PILAR MUÑIZ-RODRÍGUEZ	
AUGMENTED LEARNING: INNOVACIÓN ORGANIZATIVA Y TECNOLÓGICA PARA LA EDUCACION EMPRESARIAL.....	171
ANDREA BELLEZZA	
APLICACIÓN DE SUPERFICIES DE RESPUESTA PARA LA ESTIMACIÓN DE LAS PROPIEDADES A FRACTURA DE MORTEROS BASTARDOS FABRICADOS CON ESCORIA BLANCA PARA USO EN CONSTRUCCIÓN ...	181
J. GARCÍA-CUADRADO, A. RODRIGUEZ, V. CALDERÓN	
DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD A ALTA PRESIÓN PARA EL SISTEMA BINARIO HFE-7500 + DIISOPROPIL ÉTER (DIPE) MEDIANTE UN VISCOSÍMETRO DE CAÍDA DE CUERPO	193
NATALIA MUÑOZ-RUJAS, JEAN-PATRICK BAZILE, FERNANDO AGUILAR, GUILLAUME GALLIERO, EDUARDO MONTERO, CHRISTIAN BONED	
CUARTA SESIÓN	203
ALGUNAS CLAVES PARA LA REGENERACIÓN DEMOCRÁTICA: TRANSPARENCIA PÚBLICA, DERECHO A LA INFORMACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE DATOS.....	205
MARTA MÉNDEZ JUEZ	
EL ARQUEOMAGNETISMO COMO TÉCNICA PARA DIFERENCIAR OCUPACIONES NEANDERTALES EN PALIMPSESTOS PALEOLÍTICOS.....	219
Á. HERREJÓN LAGUNILLA, Á. CARRANCHO, J.J. VILLALAIN	

ENSAYO DE PANELES SOLARES HÍBRIDOS MEDIANTE INSTALACIÓN EXPERIMENTAL (PVT)	231
DAVID GONZÁLEZ PEÑA, CRISTINA ALONSO TRISTÁN, MONTSERRAT DIEZ MEDIAVILLA	
ASERTIVIDAD, ADAPTACIÓN PERSONAL Y NIVELES DE ANSIEDAD Y ESTRÉS EN ADOLESCENTES	243
M ^a LUISA LÓPEZ MARTÍNEZ	
MARCOS TEÓRICOS DE APLICACIÓN PARA LA COMPRA ELECTRÓNICA..	253
PAULA RODRÍGUEZ-TORRICO, SONIA SAN MARTÍN GUTIÉRREZ, REBECA SAN JOSÉ CABEZUDO	
QUINTA SESIÓN	263
MATERIALES FLUOROGÉNICOS NANOESTRUCTURADOS PARA LA DETECCIÓN DE TOXINAS AGROALIMENTARIAS DE ORIGEN BACTERIANO	265
JOSÉ GARCÍA CALVO, TOMÁS TORROBA PÉREZ	
LA MEDIACIÓN, UNA ALTERNATIVA DIFERENTE PARA LA RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS	273
RODRIGO MIGUEL BARRIO	
CÁLCULO ANALÍTICO E INTERPRETACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDIDA DE IRRADIANCIA SOLAR GLOBAL, DIFUSA Y REFLEJADA	287
MIGUEL DE SIMÓN-MARTÍN, CRISTINA ALONSO-TRISTÁN Y MONTSERRAT DÍEZ-MEDIAVILLA	
APROXIMACIÓN HISTÓRICA DE LA PRESENCIA DE LA MUJER EN EL DEPORTE	301
VERÓNICA FERNÁNDEZ RAMOS	
SEXTA SESIÓN	307
MODIFICACIÓN ENZIMÁTICA DE ACEITE DE PESCADO EN CO ₂ SUPERCRÍTICO	309
RODRIGO MELGOSA, ÁNGELA G. SOLAESA, M. TERESA SANZ, SAGRARIO BELTRÁN	
LA FIGURA DE LOS ARREPENTIDOS-COLABORADORES COMO RESULTADO DEL DERECHO PENAL DEL ENEMIGO	323
MARÍA ISABEL VICENTE DEL OLMO	
CARACTERIZACIÓN DEL POTENCIAL SOLAR EN CASTILLA Y LEÓN: ESTIMACIÓN ESPACIAL A TRAVÉS DE MÉTODOS DE INTERPOLACIÓN.....	331
CARMEN RODRÍGUEZ AMIGO, DAVID GONZÁLEZ PEÑA, MONTSERRAT DÍEZ MEDIAVILLA, CRISTINA ALONSO TRISTÁN	

ANÁLISIS DE LA IMPLANTACIÓN DE LA EDUCACIÓN FÍSICA BILINGÜE EN CASTILLA Y LEÓN.....	345
ALEJANDRA HERNANDO GARIJO, DAVID HORTIGÜELA ALCALÁ, ÁNGEL PÉREZ PUEYO	
ESTEREOTIPOS Y PREJUICIOS DE GÉNERO. EL INSULTO Y LA DESCALIFICACIÓN MACHISTA EN LAS RESPUESTAS PÚBLICAS AL PERFIL DE FEMEN EN TWITTER.....	357
MARÍA EUGENIA SANZ ANICETO	
SÉPTIMA SESIÓN.....	371
PRODUCCIÓN DE CONCENTRADOS DE ACILGLICÉRIDOS RICOS EN ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3.....	373
ÁNGELA GARCÍA SOLAESA, RODRIGO MELGOSA, MARÍA TERESA SANZ, SAGRARIO BELTRÁN	
LA REPATRIACIÓN DE MENORES NO ACOMPAÑADOS. UN ANÁLISIS A LA LUZ DE LOS ACUERDOS DE READMISIÓN SUSCRITOS POR ESPAÑA.....	385
ALEJANDRA GERMÁN DOLDÁN	
ESTILOS EDUCATIVOS FAMILIARES Y SUS EFECTOS EN EL DESARROLLO DE HÁBITOS Y HABILIDADES DE AUTONOMÍA.....	399
ANA ISABEL GANDARIAS SÁEZ	
SÍNTESIS DE COMPUESTOS CON PROPIEDADES FARMACOLÓGICAS A TRAVÉS DE REACCIONES MULTICOMPONENTE	409
PABLO PEÑA CALLEJA, MARÍA GARCÍA VALVERDE	
ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS ECONÓMICOS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EUROPA. EMISIONES EVITADAS Y AHORRO DE COMBUSTIBLES FÓSILES	417
MARGARITA ORTEGA, PABLO DEL RÍO, EDUARDO A. MONTERO	
OCTAVA SESIÓN	429
EFFECTS OF ATMOSPHERIC PRESSURE COLD PLASMA TREATMENT ON MICROBIOLOGICAL AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF ATLANTIC MACKEREL FILLETS.....	431
ALBERTOS, I., JAIME, I., MARTÍN-DIANA, A.B, TIWARI, B.K. & RICO, D.	
EL PAPEL DEL COMITÉ DE AUDITORIA EN LA GESTIÓN DE RIESGOS EMPRESARIALES Y EN LA REPUTACIÓN CORPORATIVA.....	437
CLARA PÉREZ CORNEJO ¹	

SPATIAL CORRELATIONS IN THE MELTING TRANSITION OF DNA FIBERS SUBMERGED IN SOLUTIONS.	451
ADRIÁN GONZÁLEZ RODRÍGUEZ, ANDREW WILDES, SANTIAGO CUESTA LÓPEZ, JEAN-LUC GARDEN, MICHEL PEYRARD.	
PROGRAMA DE EDUCACIÓN AFECTIVO-SEXUAL CON ADOLESCENTES TRABAJADORES MINEROS. POTOSÍ. BOLIVIA.	459
MARA GARCÍA RODRÍGUEZ	
THERMAL CONDUCTIVITY OF BIO-BASED PHASE CHANGE MATERIALS FOR TWO LOW TEMPERATURE COMMERCIAL ENERGY STORAGE MATERIALS AT 46° & 56°C	473
DIANA DíEZ-ALCALDE, FERNANDO AGUILAR, EDUARDO MONTERO	
NOVENA SESIÓN	481
GOBIERNO Y VULNERABILIDAD FINANCIERA DE LAS ENTIDADES NO LUCRATIVAS	483
ÍÑIGO GARCÍA RODRÍGUEZ	
LACTIC ACID RECOVERY BY MEMBRANE TECHNOLOGY USING NIOSOMES AS EXTRACTION AGENTS	497
LARA ROQUE, ISABEL ESCUDERO, JOSÉ M. BENITO	
FACTORES EXPLICATIVOS DEL FUNCIONAMIENTO OCUPACIONAL Y DE LA CALIDAD DE VIDA EN PERSONAS CON TRASTORNO MENTAL GRAVE.	507
LAURA FRANCO (DOCTORANDA), SILVIA UBILLOS (DIRECTORA DE TESIS)	
OPTIMISATION OF POWER DISTRIBUTION PLANNING. A STATE OF THE ART	521
PALACIOS SALDAÑA, RODRIGO	
EL USUARIO DE LA BANCA POR MÓVIL Y SU COMPORTAMIENTO MULTICANAL.....	531
JANA PRODANOVA, SONIA SAN-MARTÍN, NADIA JIMÉNEZ	
DÉCIMA SESIÓN	541
TAXA DE CONTROLE E FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL: O TRIBUTOS BRASILEIRO QUE FINANCIAM A FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL.....	543
BÁRBARA COELHO DA GAMA SANTOS	
INMOVILIZACIÓN DE NARINGINASA EN CRIÓGELES DE ALCOHOL POLIVINÍLICO.....	551
YAIZA GONZÁLEZ-TEMIÑO, ZAIDA CABELLO, NATIVIDAD ORTEGA, MARÍA D. BUSTO	

ATENCIÓN E INTELIGENCIA LÓGICA	563
ROBERTO RATÓN GAGO	
EL ENSUCIAMIENTO EN LOS MBR	573
GARCÍA, A., MARTÍNEZ, R., RAMOS, C., DIEZ, V.	
SWAP, RELEVANCIA SOCIAL, LEGAL Y ECONÓMICA	581
BEATRIZ MONASTERIO POZA	
UNDÉCIMA SESIÓN.....	591
¿CUMPLIR LO NO ADECUADO O NO CUMPLIR LO ADECUADO? ESA ES LA CUESTIÓN. ANÁLISIS DEL CÓDIGO DE CONDUCTA SOBRE BUENAS PRÁCTICAS COMERCIALES DEL MERCADO AGROALIMENTARIO EUROPEO DESDE LA PERSPECTIVA DEL SOFT LAW Y DE LA TEORÍA DE JUEGOS.	593
TERESA RODRÍGUEZ CACHÓN	
SUPERVIVENCIA DE <i>LISTERIA MONOCYTOGENES</i> EN QUESO BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO	603
PATRICIA GONZÁLEZ GARCÍA, ANTONIO VALERO, MARTA HERNÁNDEZ, ALESSANDRA DE CESARE, GERARDO MANFREDA, JORDÍ ROVIRA CARBALLIDO, DAVID RODRÍGUEZ-LÁZARO	
TALLERES EDUCATIVOS EN ATAPUERCA: UN MODELO ADAPTADO AL CURRÍCULO ESCOLAR.....	617
JESÚS ALBERTO SAN MARTÍN ZAPATERO	
UNDERSTANDING DNA HAIRPINS OPENING RATES BY MESOSCOPIC MODEL	623
MARTA MARTY, SANTIAGO CUESTA LÓPEZ, ODA DAHLEN, TITUS S. VAN ERP	
EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DURANTE EL ESTIRÓN PUBERAL.....	629
REBECA GUTIÉRREZ MANJÓN, SARA RAQUEL ALONSO-TORRE Y MARÍA DEL MAR CAVIA CAMARERO	

PRÓLOGO

La sociedad del conocimiento requiere una mentalidad inquisidora, creativa y flexible para muchas tareas y carreras profesionales diferentes, por supuesto más allá de las directamente relacionadas con la investigación. El doctorado se reconoce, cada vez más, como clave de este proceso.

En 2005 se enunciaron las diez conclusiones que deberían guiar los programas de doctorado para la sociedad europea del conocimiento. Son conocidas como los Principios de Salzburgo y se consideran la base de la reforma de la formación doctoral en Europa en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Cinco años después, en el documento “Salzburg II Recommendations”, se reconoce la validez de los Principios de Salzburgo y se hacen tres recomendaciones. La segunda se resume en el propio documento del siguiente modo: “La formación doctoral tiene un carácter individual y por definición es original. La vía de progreso de cada estudiante es única, tanto en términos del proyecto de investigación como en términos de su desarrollo individual y profesional”. Por tanto, los doctorandos deberán gozar de independencia y flexibilidad para crecer y desarrollar su potencial.

La formación en investigación no tiene un desarrollo lineal y predecible. Además, los responsables de la misma ocupan posiciones muy distintas en las que su diversa opción investigadora (incluida la metodología) es de gran valor. Por ello, las estructuras que han de velar por la formación en investigación han de procurar un entorno de investigación de alta calidad e inclusivo. En este sentido, en el seno de la formación transversal, las “Jornadas de Doctorandos de la UBU” buscan crear un espacio inclusivo en el que los doctorandos puedan percibir tanto los aspectos específicos de cada plan de investigación como los metodológicos que tienen en común muchos de los trabajos en curso que concluirán siendo una tesis doctoral. Y esto, en un marco formal típico de los congresos científicos, pero sin la complicidad de hablar a expertos en la materia.

En estas Segundas Jornadas las 55 ponencias son un aval del interés que tienen los doctorandos de la UBU por compartir el desarrollo de su tesis doctoral y contribuir al necesario desarrollo del espacio de investigación. Al tiempo, contaremos con la conferencia de la Dra. Guadalupe Sabio Buzo, brillante y joven investigadora que ha alcanzado cotas de responsabilidad importantes en su carrera profesional. Su experiencia es sin duda de gran valor para la formación de nuestros investigadores.

Muchas gracias por vuestro interés.

La Escuela de Doctorado de la Universidad de Burgos
Burgos, diciembre de 2015

**CONFERENCIA INAUGURAL:
LAS QUINASAS DEL ESTRÉS COMO NUEVAS DIANAS
TERAPÉUTICAS**

PROFA. DRA. GUADALUPE SABIO BUZO
*Fundación Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares.
Instituto de Salud Carlos III*

LAS QUINASAS DEL ESTRÉS COMO NUEVAS DIANAS TERAPÉUTICAS

PROFA. DRA. GUADALUPE SABIO BUZO

*Fundación Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares.
Instituto de Salud Carlos III*

RESUMEN:

El síndrome metabólico es un desorden médico definido por la concurrencia de obesidad, alteración de la tolerancia a la glucosa, dislipidemia e hipertensión. La condición se asocia con estados proinflamatorios y protrombóticos. Los principales resultados clínicos son enfermedad cardiovascular y diabetes tipo 2. Además, el síndrome metabólico puede ser un factor que predispondría al desarrollo de algunos tipos de cáncer, como el carcinoma hepatocelular.

El alto riesgo cardiovascular asociado con el síndrome metabólico y la diabetes tipo 2, sugiere que hay mecanismos comunes involucrados en la etiología de estas condiciones, y que los parámetros de enfermedad en ambos casos, podrían mejorar por la acción de agentes sobre las mismas dianas terapéuticas. La investigación sugiere que una de esas dianas podría ser las proteínas quinasas activadas por el estrés (SAPKs), una importante familia de quinasas implicada en la traducción de señales de estrés hacia la célula.

En esta conferencia se profundizará sobre los nuevos hallazgos que indican que las quinasas del estrés controlan el metabolismo. Se discutirá sobre las distintas funciones de la quinasa JNK en los diferentes tejidos. Además, se presentarán nuevos estudios que muestran que las SAPKs quinasas, p38MAPK están involucradas en el desarrollo del cáncer y la obesidad.

ABSTRACT:

Metabolic syndrome is a medical disorder defined by the co-occurrence of obesity, impaired glucose tolerance, dyslipidemia and hypertension. The condition is associated with proinflammatory and prothrombotic states, and the major clinical outcomes are cardiovascular disease and type 2 diabetes. Moreover, metabolic syndrome may be a predisposing factor for the development of some types of cancer, such us hepatocellular carcinoma.

The high cardiovascular risk associated with metabolic syndrome and type 2 diabetes suggests that common mechanisms are involved in the etiology of these conditions, and that disease parameters in both might be improved by agents acting on the same therapeutic targets. Research suggests that one such target might be the stress activated protein kinases (SAPKs), an important family of kinases implicated in the transduction of stress signals into the cell.

This conference will deepen into new findings that highlight that kinases control metabolism. The different functions of the JNK kinase in different tissues will also be discussed. Furthermore, it will be presented new studies demonstrating that p38MAPK SAPKs kinases are involved in the development of cancer and obesity.

PRIMERA SESIÓN

ANDRÉS DÍAZ PORTUGAL

“Modelización, simulación y ensayos de fragilización por hidrógeno”

VANESA BAÑOS MARTÍNEZ

“Análisis de la calidad de vida relacionada con la salud del alumnado del Programa Interuniversitario de la Experiencia de la Universidad de Burgos: aplicación del cuestionario de salud EQ-5D-5L”

BEATRIZ MANSO GONZÁLEZ

“Caracterización fenotípica y molecular de listeria monocytogenes”

SERGIO ENRIQUE ARCE GARCÍA

“Cobertura en prensa escrita de los riesgos laborales a partir de la Ley de Prevención”

MACARENA DIÉGUEZ MORÁN

“La utilización de obras ajenas con fines docentes o de investigación”

MODELIZACIÓN, SIMULACIÓN Y ENSAYOS DE FRAGILIZACIÓN POR HIDRÓGENO

A. DÍAZ¹, J.M. ALEGRE¹, I.I. CUESTA¹, P. DELGADO¹

¹*Grupo Integridad Estructural. Escuela Politécnica Superior*

RESUMEN

El hidrógeno ha sido propuesto como un vector energético sostenible y limpio. Sin embargo, se produce una degradación de los materiales con los que está en contacto, lo que supone una gran limitación en las tecnologías de almacenamiento de hidrógeno. En concreto, su almacenamiento gaseoso a altas presiones en vasijas metálicas requiere conocer mejor el fenómeno denominado como fragilización por hidrógeno. La selección de aleaciones y la prognosis de su integridad y durabilidad se realiza mediante dos herramientas: simulación numérica y comprobación experimental. En la primera, se requiere obtener las ecuaciones constitutivas que serán implementadas en programas de elementos finitos. Estas ecuaciones describen la evolución del sistema metal-hidrógeno y, por tanto, se basan en conceptos físicos a diferentes escalas. Finalmente, será necesaria una validación de los resultados mediante ensayos de laboratorio.

Palabras clave: Economía del hidrógeno, Fragilización por hidrógeno, Integridad estructural, Simulación numérica

ABSTRACT

Hydrogen has been proposed as a sustainable and clean energy carrier. However, materials in contact with it are degraded, which is a major limitation in hydrogen storage technologies. Specifically, gaseous storage under high pressures in metallic vessels requires a better understanding of the phenomenon called hydrogen embrittlement. Selection of alloys and prognosis of their integrity and durability is made using two tools: numerical simulation and experimental verification. The former requires obtaining the constitutive equations to be implemented in finite element programs. These equations describe the evolution of the metal-hydrogen system so they are based on physical concepts at different scales. Finally, a result validation by laboratory tests will be necessary.

Keywords: Hydrogen Economy, Hydrogen Embrittlement, Structural Integrity, Numerical Simulation

1. INTRODUCCIÓN

La dependencia de los combustibles fósiles y el perjuicio medioambiental provocado ha hecho surgir aspiraciones de un modelo energético global más sostenible. Además de las energías renovables se ha planteado el hidrógeno como fuente o como

modo de almacenamiento de energía sostenible. Si bien el hidrógeno es uno de los elementos químicos más estudiados, sino el que más, queda un largo camino para comprender del todo los fenómenos asociados a este elemento y a todas sus formas de combinación.

Las formas de obtención de energía que atañen a la denominada Economía del Hidrógeno nada tienen que ver con la fusión nuclear: la primera es la creación de electricidad para diversos fines mediante pilas de combustible (fuel cells) y la segunda se basa en la combustión en aire del H_2 para sustituir al gas natural en industria o para impulsar diversos motores: trenes, barcos, aviones, lanzaderas espaciales... [1]

La reacción productora de energía se denomina combustión limpia ya que genera agua como residuo. Aunque en el caso de las pilas de combustible, el H_2 no se “quema” directamente sino que se producen reacciones de reducción y oxidación intermedias.

En una pila de hidrógeno se produce un movimiento dirigido de las cargas, no como en la combustión. De este modo, la conversión de energía química en eléctrica es posible gracias a la separación del hidrógeno y el oxígeno mediante un electrolito. El proceso ocurrido en una fuel cell es el equivalente inverso a una electrólisis del agua.

A diferencia de una batería común, no ocurre la transformación química de ningún componente de la pila, únicamente del combustible (H_2) con el que se alimenta. Como consecuencia, no necesitan ser recambiadas o recargadas eléctricamente sino solo alimentadas de fuel [2].

La eficiencia en el empleo de las pilas de combustible dependerá también del método de obtención del H_2 . Los procesos de generación más comunes son la síntesis de gas, métodos electrolíticos o ciclos termoquímicos. Cualquiera de estos tres procesos requiere un aporte de energía. La fuente primaria provendrá, por tanto, de las formas conocidas de generación: fósiles, nuclear o renovables [3].

Por tanto, se debe tener en cuenta que el hidrógeno, por el momento, no es una fuente de energía viable por sí sola y además no es eficiente (aunque hay discusión sobre el tema [4], suele aceptarse que debe emplearse más energía en producir H_2 que la que genera posteriormente). De cualquier modo, permite almacenar y transportar energía de forma limpia y sostenible (emisión de agua) por lo que constituye un magnífico vector energético.

El término Economía del Hidrógeno fue acuñado por JO’M Bockris [5] y, básicamente, significa utilizar las energías renovables como fuente primaria y el hidrógeno como vector energético, es decir, producir mediante energía solar, eólica o nuclear el hidrógeno que será transportado y almacenado posteriormente para suplir de energía a las ciudades e industrias [1].

No solo se trata de un término energético o científico sino que algunos autores han visto en dicho modelo una posible revolución sociopolítica a escala global. Es de destacar en este sentido la famosa obra de Jeremy Rifkin, *La economía del hidrógeno, La creación de la red energética mundial y la redistribución del poder en la Tierra* [6]

Como cualquier modelo novedoso y aun falto de desarrollo, la Economía del Hidrógeno tiene sus detractores. Debido a las actuales limitaciones en la generación, transporte, almacenamiento y empleo in situ hay quien plantea la ineficacia del hidró-

geno como fuente de energía o incluso como vector energético. Por ejemplo, alguna de las limitaciones que los críticos consideran insalvables son [7]:

- La baja densidad del hidrógeno provoca que el almacenamiento ocupe demasiado o que deba ser comprimido de tal forma que se encarezca de forma desmesurada el coste.
- La producción por electrólisis es inviable debido a su coste y, por el contrario, la obtención de H_2 mediante el reformado de hidrocarburos es más eficiente pero genera emisiones lo que anula la ventaja de energía limpia.
- Las fugas de hidrógeno durante el transporte y el almacenamiento son más probables que las ocurridas con otros gases debido al bajo peso molecular del hidrógeno.
- Además, debido a la gran inflamabilidad y a que las llamas son invisibles, la peligrosidad de fugas es excesiva.
- Por último, el hidrógeno degrada y fragiliza los materiales que lo contienen.

La presente investigación, pretende analizar un aspecto muy concreto, la fragilización y el transporte de hidrógeno en metales, dentro del amplio abanico de conocimientos científicos necesarios para poder salvar las limitaciones tecnológicas en la implementación de la Economía del Hidrógeno.

2. ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO

Existen principalmente cuatro formas de almacenar el hidrógeno que actuará como fuel en pilas de combustible o en motores de combustión de H_2 [8]:

- **En forma de hidruro metálico:** algunos metales reaccionan químicamente con el hidrógeno (absorción, reacción y posterior liberación). Este almacenamiento es especialmente complejo desde el punto de vista electroquímico ya que se produce de forma interna a la matriz del metal.
- **Mediante fisiorción:** algunos polímeros o materiales compuestos almacenan internamente (dentro de la propia estructura molecular del material) el hidrógeno. La fisiorción, a diferencia del método anterior, no conlleva la reacción química entre la especie introducida y el material.
- **En estado líquido:** para evitar los grandes volúmenes que ocupa el hidrógeno debido a su bajísima densidad, es posible llevarlo a temperaturas criogénicas hasta su estado líquido.
- **En forma de gas:** es la forma menos costosa por lo que constituye el primer enfoque para el manejo de hidrógeno a gran escala. Consiste en almacenar el H_2 a presión en vasijas de metal o materiales compuestos.

En este trabajo se analizará como forma de almacenamiento únicamente la última y por tanto la especie de interés será el gas diatómico H_2 .

3. FRAGILIZACIÓN POR HIDRÓGENO

La fragilización por hidrógeno ha sido y sigue siendo un fenómeno habitual por el que los metales se degradan tanto en estructuras como en componentes industriales. La prevención de este daño puede realizarse mediante la selección adecuada de materiales poco susceptibles o minimizando la entrada de hidrógeno. En ambos

casos, se requiere caracterizar los micromecanismos del transporte de hidrógeno y la fragilización.

Aunque habitualmente se habla de fragilización por hidrógeno de los metales es discutible el empleo único de este término ya que la degradación de propiedades mecánicas es compleja y abarca escalas micro, meso y macro. Habitualmente, se denominará fragilización por hidrógeno al daño producido por el hidrógeno en solución no combinado. En este caso, el hidrógeno atómico difundido y disuelto en la matriz provoca un fallo frágil a tensiones inferiores a las habituales. Los mecanismos de este tipo de daño aún no son claros.

En sentido estricto, la fragilización conlleva una reducción de la tenacidad y un endurecimiento. Aunque ésta es la habitual consecuencia macroscópica de la exposición a ambiente con hidrógeno, algunos modelos plantean incluso que el hidrógeno favorece una plasticidad localizada (ablandamiento local) [9,10]. Es decir, la modificación de propiedades del metal puede seguir un sentido o el contrario en función de la escala considerada y, obviamente, de las condiciones del sistema. Existen además metales donde el hidrógeno reaccione químicamente con el átomo de dicho metal formando un hidruro (V, Nb, Ta, Ti, Zr...), provocando un micromecanismo de daño distinto.

Surge también la importancia de los cálculos ab-initio como herramienta en la modelización del sistema metal/hidrógeno. Estos métodos se basan en principios directamente físico-teóricos sin emplear parámetros empíricos y parten de la escala atómica. En el contexto de la fragilización y la difusión pueden ser interesante a la hora de hallar barreras de difusión, posiciones del hidrógeno en la red metálica, disminución de energías de enlace...[11]

Será fundamental coordinar los enfoques en diferentes escalas. Los resultados obtenidos ab-initio deben ser coherentes con aspectos cinéticos y termodinámicos del sistema metal/hidrógeno, con la mecánica del medio continuo y, finalmente, con las observaciones experimentales (micro y macroscópicas) del componente.

4. SIMULACIÓN NUMÉRICA

En cuanto al estudio científico e ingenieril del fenómeno de la fragilización, la interacción entre el metal y el hidrógeno suele dividirse en dos grandes aspectos: el transporte y la degradación propiamente dicha. El transporte, en superficie y una vez dentro de la red metálica, determina dónde se concentra el hidrógeno. En cambio, la degradación relaciona la existencia de cierta cantidad de hidrógeno con la modificación de propiedades mecánicas del metal en cuestión. Ambos hechos no son independientes sino que se encuentran interrelacionados; tanto el movimiento del hidrógeno como el daño que provoca se relacionan con las propiedades elasto-plásticas del material, con el estado-tenso deformacional, con las variables termodinámicas del sistema, con las condiciones ambientales, etc.

La simulación numérica consiste en la resolución de determinadas ecuaciones constitutivas con sus respectivas condiciones de contorno y conociendo el valor de todos los parámetros a excepción de las variables incógnita. La interrelación entre ecuaciones, parámetros y condiciones de contorno es lo que aquí llamaremos modelo de interacción metal-hidrógeno. El objetivo es poder desarrollar una subrutina mediante algún lenguaje de programación que implemente dicho modelo y pueda ser resuelto mediante un programa comercial de elementos finitos.

Sin embargo, para definir un modelo que represente la realidad física de manera precisa y consistente, la labor de documentación es extensa debido al carácter multiescalar y multidisciplinar de los fenómenos implicados. La interacción metal-hidrógeno atrae la atención de físicos, químicos e ingenieros de materiales. Si bien es cierto que a partir de ciertas simplificaciones se puede emplear un enfoque ingenieril de la fragilización, es necesaria una mínima base puramente física para entender todo lo que implican dichas simplificaciones. Además, los micromecanismos de daño no están aún del todo claros y siguen suscitando un gran debate entre los expertos. Por tanto, debe ser mejor entendida la modificación del comportamiento de una red metálica a nivel atómico y microscópico por causa del hidrógeno.

4.1. Transporte de hidrógeno

El primer requisito para que ocurra la fragilización es que debe existir una fuente de hidrógeno en contacto con un metal. Los pasos de inserción del hidrógeno en el metal son los siguientes:

- Transporte físico (medio gaseoso o acuoso) hasta la superficie del metal.
- Adsorción física: hay un contacto íntimo entre el metal y la fuente de hidrógeno.
- Adsorción química (y desorción):
 - Cuando el medio presente es H_2 gaseoso, la molécula debe disociarse.
 - Mediante reacciones catódicas en medios acuosos, se produce la reducción del hidrógeno.
- Absorción: el hidrógeno adsorbido en la superficie entra dentro del volumen metálico.
- Difusión: los gradientes de concentración provocan el transporte del hidrógeno interno.

Trasladando los pasos físico-químicos a un modelo numérico, se considerará la difusión mediante una ecuación diferencial de balance y la absorción-adsorción como su condición de contorno subsuperficial. Ambos pasos son igual de importantes a la hora de determinar el contenido de hidrógeno presente en la probeta, componente o vasija sometidos a fragilización.



Figura 1. Esquema de la modelización numérica y su relación con los pasos del fenómeno físico del transporte.

Los principales modelos de difusión, es decir, las ecuaciones diferenciales que rigen el transporte de hidrógeno, se basan en la modificación de las leyes de Fick mediante:

- Influencia del estado tensional
- Influencia de las trampas microestructurales

El enfoque conceptual considera que en la evolución del sistema hacia el equilibrio termodinámico se produce un flujo de materia que tiende a igualar el potencial químico. Por tanto, realmente la fuerza motriz de la difusión es el gradiente del potencial químico.

De este modo, el movimiento aleatorio del hidrógeno dentro de la estructura cristalina del metal (descrito por la tradicional ley de Fick y por las relaciones cinéticas de Einstein halladas para el movimiento browniano) se modifica debido a la influencia de la concentración y del estado tensional en el potencial químico. Una consecuencia importante en el transporte es el acoplamiento de la simulación de la difusión con la simulación tensional.

Las correspondientes condiciones de contorno son también fundamentales ya que actúan de puente entre la modelización numérica y las condiciones ambientales. La “actividad” del hidrógeno superficial y subsuperficial, expresada mediante la magnitud denominada fugacidad, dependerá de si la entrada de hidrógeno se produce por medios electrolíticos o gaseosos.

4.2. Pérdida de propiedades mecánicas

Existen diversas teorías o modelos que tratan de explicar el mecanismo de daño inducido por hidrógeno atómico:

- a. **HEDE (*Hydrogen enhanced decohesion*)**: el hidrógeno dilata la matriz y por tanto disminuye la fuerza de cohesión reduciendo de ese modo la energía de fractura [12,13]
- b. **HELP (*Hydrogen enhanced local plasticity*)**: el hidrógeno favorece la movilidad de dislocaciones en determinados planos cristalográficos en punta de grieta [14]. Puede describirse como plasticidad local aunque sea macroscópicamente frágil.

Tomando como punto de partida uno o varios de los mecanismos de daño teorizados es aún difícil prever la pérdida de propiedades mecánicas del metal en cuestión. Sin embargo, existe un modelo, el CZM (cohesive zone model) [15] que permite introducir la influencia del hidrógeno como una reducción en la tensión cohesiva local en función de la concentración. La separación entre dos elementos cohesivos en función de dicha tensión es lo que se conoce como TSL (traction separation law). La expresión de la TSL se obtiene asumiendo solo daño por descohesión o incluyendo además los efectos de la plasticidad localizada. A partir del CZM se podrá cuantificar la reducción en las propiedades mecánicas (resistencia a tracción, tenacidad...) [16].

En cualquier caso, para la simulación de los modelos cohesivos se necesita previamente determinar la concentración de hidrógeno en cada una de las intercaras de los elementos cohesivos. Es decir, el primer paso debe ser siempre hallar perfiles de concentración de hidrógeno.

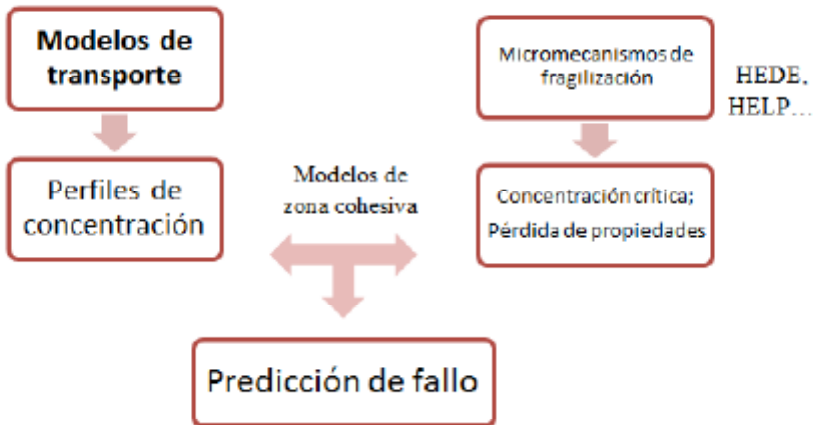


Figura 2. Esquema de la relación entre la modelización del transporte y la fragilización.

5. MÉTODO EXPERIMENTAL

Una vez desarrollados los modelos numéricos e implementados en subrutinas de elementos finitos, deberán simularse distintas situaciones: probetas, componentes, paredes de vasijas, etc. También se simula una punta de grieta en el contexto de la mecánica de la fractura. A posteriori, la validación experimental de dichos resultados es fundamental para conocer la capacidad de pronóstico de los modelos numéricos. Además, a priori serán necesarios ensayos para determinar los parámetros que entran en juego en la interacción metal-hidrógeno.

5.1. Ensayos de difusión

Los ensayos de transporte de hidrógeno permiten conocer principalmente el valor del coeficiente de difusión y cómo influyen determinadas condiciones en él. La obtención de esta difusividad se realiza con ajustes numéricos en la evolución de la concentración o en el flujo. Hay que tener muy en cuenta que las expresiones ajustadas se obtienen considerando determinadas condiciones de contorno y simplificaciones geométricas; por tanto, la entrada superficial y los efectos geométricos pueden ser analizados y discutidos mediante estos ensayos.

5.1.1. Ensayo de permeación

Se basa en el procedimiento ideado por Devanathan y Stachurski [17]. El equipo consta de dos celdas: una de carga (entrada de hidrógeno) y otra de oxidación. En la cara de salida los átomos de hidrógeno se oxidan dando lugar a cationes y la medida de la corriente de oxidación es proporcional al flujo de hidrógeno que atraviesa el espesor. Este ensayo está estandarizado por la norma ISO 17081:2014 [18].

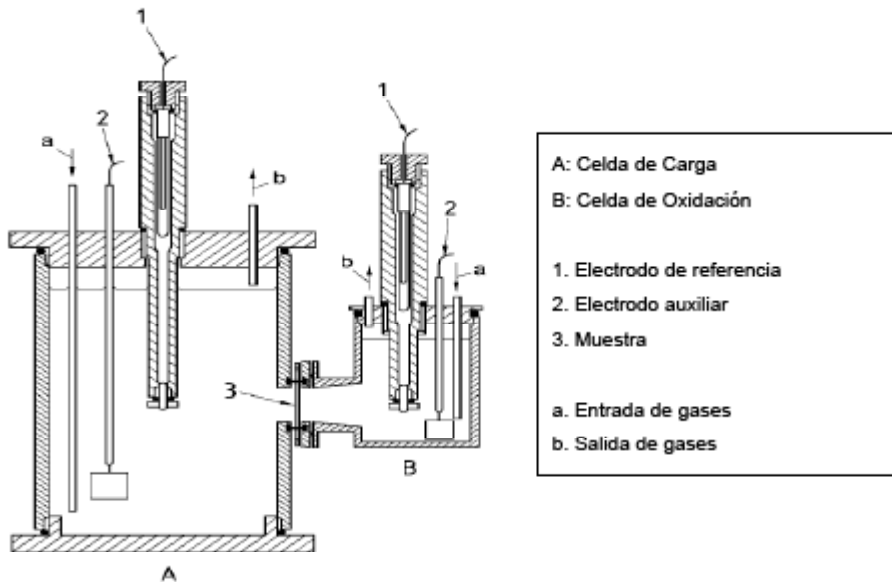


Figura 3. Celda de permeación de hidrógeno con electrodos de doble unión [18]

En ocasiones los átomos de H se combinan para formar hidrógeno molecular antes de ser detectados en la celda de oxidación. Para asegurar que todos los átomos de hidrógeno se oxidan en la cara de salida, habitualmente se emplean recubrimientos de paladio ya que, según Manolatos *et al.* [19], los átomos de H se oxidan en la superficie del paladio incluso en las condiciones de carga más extremas.

La variación de la corriente de permeación con el tiempo es lo que se denomina transitoria de permeación. La relación entre el flujo y la corriente de oxidación depende de muchos factores cinéticos y electroquímicos. Es de gran interés en este sentido la discusión realizada por Montella [20] que además profundiza de manera muy útil y rigurosa en la relación entre métodos de carga, condiciones de contorno y soluciones analíticas de la segunda ley de Fick.

Correlacionando los resultados experimentales con las expresiones analíticas para las transitorias, halladas mediante soluciones de la segunda ley de Fick, se pueden obtener diversos parámetros (como la difusividad).

5.1.2. Ensayos de desorción

Mediante analizadores de hidrógeno es posible saber la concentración en una pequeña probeta (aproximadamente 3-4 gramos). La utilidad radica en que sabiendo la evolución de las concentraciones en el tiempo, se pueden ajustar las expresiones numéricas y hallar el coeficiente de difusión.

Existen una técnica, más avanzada, denominada espectrometría por desorción térmica (TDS: thermal desorption spectroscopy) que consiste en calentar en una cámara al vacío una probeta cargada de hidrógeno. Al aumentar la temperatura, el hidrógeno sale de la probeta y la presión parcial del hidrógeno también crece. El espectro de

temperatura vs presión parcial proporciona unos picos a determinadas temperaturas que corresponden con las trampas microestructurales [21].

Además, calculando la difusividad a diferentes temperaturas y suponiendo un comportamiento tipo Arrhenius, es inmediato calcular la energía de activación de la difusión.

5.2. Ensayos de fragilización

Los ensayos de caracterización mecánica de los materiales sometidos a fragilización por hidrógeno serán idénticos a los habitualmente empleados en resistencia de materiales o mecánica de la fractura, sirviendo la misma normativa a este efecto. La única diferencia es que las muestras están sometidas a un ambiente hidrogenante antes o durante el ensayo. Lo ideal es que la carga de hidrógeno se produzca de manera simultánea a la mecánica pero esto complica inmensamente el utillaje y no siempre es viable económica o funcionalmente acoplar cámaras ambientales a la máquina de ensayo. Cuando la carga con hidrógeno sea previa será necesario caracterizar la velocidad a la que se produce la desorción y evitar que el hidrógeno desaparezca totalmente de la muestra. No interesa tanto la resistencia mecánica obtenida en cada ensayo (tenacidad, ductilidad, dureza...) sino su porcentaje de reducción en ambiente hidrogenante respecto al ensayo al aire.

Además, se puede caracterizar empíricamente como se modifica en ambiente de hidrógeno la Ley de Paris, que describe el crecimiento de grieta en la mecánica de la fractura. En este marco, son de gran interés los estudios de fatiga y propagación de grieta en ambiente de hidrógeno realizados por Murakami et al. [22].

Respecto al tipo de carga, puede ser gaseosa o electrolítica. En el primer caso, para simular tiempos largos de vida de depósitos que contengan hidrógeno a presión se aumenta la temperatura acelerando de ese modo la difusión. La carga electrolítica se emplea para reproducir la fragilización en procesos asociados a la corrosión aunque también puede utilizarse como una forma más económica de simular la fragilización por H_2 a presión. En el segundo supuesto deberá realizarse una equivalencia entre ambos ambientes a la hora de comparar los resultados y de establecer las condiciones de contorno en la simulación por elementos finitos.

Las normas que estandarizan los ensayos con ambientes de hidrógeno se enmarcan en la protección de los metales frente a la corrosión:

- **Ensayo NACE** [23]: el ensayo se produce en una solución de H_2S , presente en casi todas las operaciones petroleras.
- **Ensayo FIP** [24]: para aceros de pretensado sometidos a corrosión bajo tensión. Se sumerge la probeta en tiocianato de amonio.

6. CONCLUSIONES

La fragilización por hidrógeno es un fenómeno multiescalar y multidisciplinar encuadrado dentro de la ciencia de los materiales. En el presente trabajo se ha tratado de exponer que es necesaria una mejor comprensión de la interacción del hidrógeno con diversos materiales y la degradación que produce. Gracias a ello, se optimizarán las tecnologías de almacenamiento, distribución y uso de hidrógeno para su uso como vector energético.

Los átomos de hidrógeno se difunden a través de la matriz cristalina del metal, modificando así sus propiedades mecánicas. Por tanto, se necesitan desarrollar ecuaciones que describan la evolución del sistema. Es decir, un modelo matemático que gobierne las variables de interés: tensiones, deformaciones, concentraciones de hidrógeno, etcétera.

Aunque la respuesta elasto-plástica del material está acoplada con el fenómeno de la difusión, la modelización se realizará desde dos enfoques paralelos: el transporte de hidrógeno y la pérdida de propiedades mecánicas. Por una parte se establecen unas ecuaciones de transporte en las que se tiene que el hidrógeno quedará retenido por trampas microestructurales y que tiende a acumularse en las zonas traccionadas del material ya que allí el potencial químico es menor. Además, se tendrán unas condiciones de contorno de la difusión en función de los fenómenos superficiales de adsorción y absorción y de si el ambiente es de hidrógeno gaseoso o en solución acuosa. En segundo lugar, se emplearán modelos cohesivos para saber cómo se modifica la ley de tracción-separación según sea la concentración de hidrógeno. Ambos conjuntos de ecuaciones se resolverán iterativamente mediante el método de los elementos finitos y su correspondiente implementación mediante subrutinas en códigos comerciales.

Es imprescindible, debido a la gran variedad en la respuesta de cada aleación a diversos ambientes de hidrógeno, la validación experimental de los resultados. Podemos distinguir estos ensayos según el objetivo que persiguen: los ensayos de permeación y de desorción ponen el foco en la obtención de parámetros de la difusión; por otra parte, los ensayos habituales en resistencia de materiales, como son ensayos de tracción o de propagación de grieta, pretenden obtener la reducción en las propiedades mecánicas de la probeta debido a la fragilización por hidrógeno.

En cualquier caso, el objetivo final es la selección de materiales y el diseño adecuado de vasijas metálicas que contengan hidrógeno a alta presión de una manera segura, funcional y duradera. Por tanto, comprendiendo mejor los fenómenos de fragilización por hidrógeno y simulándolos de forma adecuada, las tecnologías del hidrógeno estarán un poco más preparadas para la ambiciosa meta de implantar una verdadera Economía del Hidrógeno.

REFERENCIAS

- [1] Bockris, J.O.M. (2002). The origin of ideas on a Hydrogen Economy and its solution to the decay of the environment. *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 27, no. 7-8, pp. 731-740.
- [2] Lepiller, C. *Fuel Cell Basics*. Pragma Industries Reports.
- [3] Jörissen, L. (2012) *Prospects of Hydrogen as a Future Energy Carrier*. *Fuel Cells in the Waste-to-Energy Chain*. *Green Energy and Technology*, pp. 189-203: Springer London.
- [4] Lovins, A.B.(2003) *Twenty Hydrogen Myths*. Rocky Mountain Institute.
- [5] Bockris, J.O.M. (1971). *Environment*, pp. 13-51.
- [6] Rifkin, J. (2002). *The Hydrogen Economy: The Creation of the Worldwide Energy Web and the Redistribution of Power on Earth*, Jeremy P. Tarcher.
- [7] Fleming, S. (2008). *The Hydrogen Myth (presentation)*. Georgia Institute of Technology.

- [8] Zhou, L. (2005). Progress and problems in hydrogen storage methods. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. vol. 9, no. 4, pp. 395-408.
- [9] Liang, Y; Sofronis, P.; Aravas, N. (2003). On the effect of hydrogen on plastic instabilities in metals. *Acta Materialia*. vol. 51, no. 9, pp. 2717-2730.
- [10] Liang, Y; Sofronis, P; Aravas, N. (2001). Hydrogen induced shear localization of the plastic flow in metals and alloys. *European Journal of Mechanics - A/Solids*. vol. 20, no. 6, pp. 857-872.
- [11] Andrade, C; Andres, P.L.d; Fullera J.et al. Aproximacion por simulacion ab-initio a la fragilizacion por hidrogeno en una red de hierro bcc. *Anales de la Mecánica de la Fractura*. GEF, 2008.
- [12] Steigerwald, E. A.; Schaller, F. W.; Troiano, A. R. (1960). The role of stress in hydrogen induced delayed failure. *Trans. Met. Soc. AIME*; vol: 218; pp. 832-41.
- [13] Oriani, R.A.; Josephic, P. H. (1974). Equilibrium aspects of hydrogen-induced cracking of steels. *Acta Metallurgica*, vol. 22, no. 9, pp. 1065-1074.
- [14] Birnbaum, H. K. ; Sofronis, P. (1994). Hydrogen-enhanced localized plasticity—a mechanism for hydrogen-related fracture. *Materials Science and Engineering*. vol. 176, no. 1–2, pp. 191-202.
- [15] Elices, M; Guinea, G.V; Gómez J. *et al.* (2002).The cohesive zone model: advantages, limitations and challenges. *Engineering Fracture Mechanics*. vol. 69, no. 2, pp. 137-163.
- [16] Olden, V; Thaulow, C; Johnsen R. *et al.* (2008). Application of hydrogen influenced cohesive laws in the prediction of hydrogen induced stress cracking in 25%Cr duplex stainless steel. *Engineering Fracture Mechanics*. vol. 75, no. 8, pp. 2333-2351.+
- [17] Devanathan, M; Stachurski, Z. (1964). The mechanism of hydrogen evolution on iron in acid solutions by determination of permeation rates. *Journal of the electrochemical society*. vol. 111, no. 5, pp. 619-623.
- [18] UNE-EN ISO17081:2014. Method of measurement of hydrogen permeation and determination of hydrogen uptake and transport in metals by an electrochemical technique.
- [19] Manolatos, P; Jerome, M; Galland, J. (1995). Necessity of a palladium coating to ensure hydrogen oxidation during electrochemical permeation measurements on iron. *Electrochimica Acta*. vol. 40, no. 7, pp. 867-871, 5//, 1995.
- [20] Montella, C. (1999). Discussion on permeation transients in terms of insertion reaction mechanism and kinetics. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, vol. 465, no. 1, pp. 37-50.
- [21] Izumi, T; Itoh, G. (2011). Thermal desorption spectroscopy study on the hydrogen trapping states in a pure aluminum. *Materials transactions*, 52(2), 130-134.
- [22] Murakami, Y; Matsuoka, S. (2010). Effect of hydrogen on fatigue crack growth of metals. *Engineering Fracture Mechanics*, 77(11), 1926-1940.
- [23] NACE Standard. (1996). Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulfide Stress Cracking and Stress Corrosion Cracking in H₂S Environments.
- [24] UNE-EN ISO 15630-3:2011. Aceros para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 3: Aceros para pretensar.

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE VIDA RELACIONADA CON LA SALUD DEL ALUMNADO DEL PROGRAMA INTERUNIVERSITARIO DE LA EXPERIENCIA DE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS: APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO DE SALUD EQ-5D-5L

VANESA BAÑOS MARTÍNEZ¹

¹*Universidad de Burgos*

RESUMEN

Presentamos en esta ponencia el análisis de los resultados obtenidos por el alumnado del Programa Interuniversitario de la Experiencia de las sedes de Burgos y Aranda de Duero en el Cuestionario de Salud EQ-5D-5L EVA (Escala Visual Analógica) desarrollado por el EuroQol Group y la comparación de nuestros resultados con los de la última Encuesta Nacional de Salud en España (ENSE) 2011/2012. La herramienta informática utilizada al efecto ha sido Stata en su versión 12. En virtud de los resultados alcanzados y siempre teniendo presente la limitación del estudio por el tamaño de la muestra, podemos afirmar que los hombres tienden a valorar mejor su salud que las mujeres. También se ha podido comprobar que a mayor edad del alumnado peor es la valoración que realiza sobre su propia salud.

Si comparamos nuestros resultados con los de la ENSE, vemos que ambas investigaciones se confirma que las mujeres declaran más problemas de salud que los hombres en la mayoría de las dimensiones, y que es la dimensión dolor/malestar en la que ambos sexos afirman tener algún problema con mayor frecuencia. Como conclusión podemos afirmar que los adultos mayores españoles perciben que su salud es peor en comparación con los alumnos universitarios de la UBU pero a pesar de este dato, no podemos concluir que esa situación sea consecuencia directa de una intervención educativa enmarcada dentro de unos objetivos de envejecimiento activo.

En conjunto, los resultados obtenidos refuerzan la idea de que el alumnado del Programa Interuniversitario de la Experiencia de la UBU presenta un perfil de envejecimiento satisfactorio, alejado de la tan temida dependencia, sin problemas de salud graves, con una buena satisfacción vital y elevados niveles de felicidad.

Palabras clave: Envejecimiento activo, Programas Universitarios de Mayores (PUM), calidad de vida relacionada con la salud (CVRS), Cuestionario de Salud EQ-5D-5L EVA.

ABSTRACT

It is shown in this research the analysis of the results obtained in the European Quality of Life-5 Dimensions (EQ-5D-5L VAS) health questionnaire developed by the EuroQol Group by the students of University Programmes for the Elderly at University of Burgos. The computer tool used for the analysis has been Stata, version

12. The study results show, always bearing in mind the limitations of the study by the sample size, men tend to assess their health with higher score than women. It also has been found that the score of the oldest students over their own health is worse than that of the youngest.

If we compare our results with those of the National Health Survey in Spain 2011/2012 (ENSE), we see that both researchs confirm that women report more health problems than men in most dimensions, and that is the pain/discomfort dimension in which both sexes have more problems. In conclusion we can say that the elderly Spaniards perceive that their health is worse compared to University of Burgos elderly students. Despite this fact, we cannot conclude that this situation is a direct consequence of an educational intervention framed in active aging goals.

Overall, the results support the idea that the students of University Programmes for the Elderly at University of Burgos present a profile of successful aging, away from the dreaded dependence, without serious health problems and high satisfaction levels of happiness.

Keywords: Active aging, University Programmes for the Elderly, Health-related Quality of life, Quality of Life-5 Dimensions (EQ-5D-5L VAS) health questionnaire.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la calidad de vida de vida en las personas mayores ha sido objeto de análisis por múltiples investigadores (Verdugo, Gómez y Arias, 2008). Los cambios que se originan en este grupo de población son numerosos, no solo a nivel físico, sino también a nivel psicológico y social.

En los últimos tiempos ha aumentado el interés por mejorar la calidad de vida de las personas mayores. Una apuesta altamente innovadora que en el marco de la Unión Europea se ha visto impulsada con la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior. En el mismo se vincula de forma explícita la capacitación de la ciudadanía europea con la tesis del aprendizaje a lo largo de la vida, reforzando la dimensión cultural de las universidades (Orte y Gambús, 2004; Palmero y Jiménez, 2008). En este contexto, plantearse la posibilidad de llevar a cabo una intervención socioeducativa en un sentido amplio sobre el colectivo social de las personas mayores resulta básica (Orte C., 2006).

Desde la conceptualización que la Organización Mundial de la Salud hace del envejecimiento activo, esto es «el proceso de optimización de las oportunidades de salud, participación y seguridad, con el fin de mejorar la calidad de vida a medida que las personas envejecen» OMS (2002:79), es evidente que las actuaciones tendentes a potenciar actitudes y conductas que promuevan la inquietud intelectual, la curiosidad científica y cultural, van a permitir a las personas mayores estar en mejores condiciones de afrontar esta etapa de la vida. Bajo este prisma preventivo, los programas universitarios para personas mayores son un medio muy eficaz para conseguir entre sus participantes la actividad en lo psicológico, lo físico y lo social.

Las investigaciones y la experiencia han demostrado que la formación es posible y debe hacerse a lo largo de toda la vida. El Informe Delors (1996, 125) recogía que “la educación sin límites temporales ni espaciales, se convierte entonces en una dimensión de la vida misma”. Así, la formación permanente, es una de las mejores formas de contribuir a promover el envejecimiento activo, potenciando el desarrollo

personal en todos los sentidos, facilitando espacios donde las relaciones intergeneracionales sean un hecho cotidiano, motivando a las personas mayores a seguir creciendo y en definitiva mejorando su calidad de vida.

A pesar de la rápida extensión de los Programas Universitarios de Mayores (PUM) en España, son escasos los estudios relacionados con la educación durante el proceso de envejecimiento (Villar, Triadó, Pinazo, Celdrán y Solé, 2010). Sin embargo, la proliferación de investigaciones en este campo es cada vez mayor. Se ha constatado que reducir estos programas a un mero planteamiento instructivo no solo sería un error de concepción, sino que obviaría los efectos y los impactos que dichos programas tienen entre las personas mayores en relación a su calidad de vida independientemente del incremento de sus conocimientos (Orte y Vives, 2006).

En los PUM, la necesidad de aprender está motivada por el mero placer de acercarse a la cultura y al conocimiento, sin esperar nada a cambio. El hecho de disfrutar libremente de ese tiempo y lograr de esa manera crecimiento interior, hace que pueda vivirse como una experiencia de ocio en su dimensión formativa.

Actualmente distintos investigadores comparten la idea de que las personas mayores continúan aprendiendo durante toda su vida (Orte, 2006; Montoro, Pinazo y Tortosa, 2007). Sin embargo, se desconoce si el hecho de participar en un Programa Universitario para Mayores tiene influencia en la calidad de vida, la salud, el bienestar psicológico, la autoestima, el apoyo social, el ocio y tiempo libre, la competencia psicosocial o la asunción de un nuevo rol generacional. Por ello, se plantea la necesidad de estudiar la calidad de vida relacionada con la salud en los Programas Universitarios de Mayores, y en concreto del Programa Interuniversitario de la Experiencia de la Universidad de Burgos.

La justificación de esta investigación no deviene exclusivamente de los factores sociodemográficos y de las políticas sobre envejecimiento activo y saludable en las que se contextualizan los Programas Universitarios de Mayores, sino que podemos decir que la calidad de vida se relaciona con indicadores de salud, bienestar y satisfacción de necesidades (Iglesias-Souto y Dosil, 2005). Se parte de las potencialidades de la persona mayor para adaptarse a su entorno y así protagonizar un envejecimiento exitoso mediante estrategias acomodativas o actividades instrumentales como formarse en un programa universitario (Pillay, Irving y Tones, 2007).

El presente estudio se basa principalmente en la definición que la OMS ofrece sobre la calidad de vida donde se describe como un concepto multidimensional (Baldwin, Godfrey y Propper, 1990; Noll, 2004; Hajiran, 2006) como experiencia subjetiva (WHOQOL Group, 1993; Bowling, 2003; Moons, Budts y De Geest, 2006) y que responde a diferentes experiencias de la vida (Anderson y Burckhardt, 1999; Murphy, O'Shea, y Cooney, 2007). Sin embargo, también incluye perspectivas y conceptos multisectoriales y multidisciplinares (Padilla, Grant y Ferrell, 1992), debido al hecho de que las personas mayores son uno de los grupos más vulnerables y pueden presentar problemas relacionados con la edad.

Las distintas concepciones de la calidad de vida en relación al envejecimiento recogen un enfoque de carácter multidimensional pues tienen en cuenta no solo el funcionamiento físico, energía o vitalidad personal, sino también el bienestar psicológico y emocional, la ausencia de problemas de comportamiento, el funcionamiento social y el sexual, los apoyos recibidos y percibidos, junto a la satisfacción con la vida y las percepciones de salud (Schallock, De Vries y Lebsack, 1999).

La década de los 90 del pasado siglo XX propició el desarrollo del concepto “Calidad de Vida Relacionada con la Salud (CVRS)” también conocido como salud percibida. En el mismo se incorporan aspectos de la vida directamente relacionados con el funcionamiento físico y mental y con el estado de bienestar (Guyatt, Feeny y Patrick, 1993). La mejor forma de medir la CVRS, al ser un concepto difícil es a través de cuestionarios. El estudio de CVRS posibilita hacer una evaluación de los efectos de la salud, la enfermedad y el tratamiento en la calidad de vida de las personas (Ferrans, Zerwic, Wilbur y Larson, 2005), partiendo de la propia percepción del individuo y teniendo en cuenta diferentes dimensiones.

Según Patrick y Erickson (1993) la CVRS sería la medida en que se modifica el valor asignado a la duración de la vida en función de la percepción de limitaciones físicas, psicológicas, sociales y de disminución de oportunidades a causa de la enfermedad, sus secuelas, el tratamiento y/o las políticas de salud. Por su parte, Naughton et al. (1996), exponen que la CVRS sería la evaluación subjetiva de las influencias del estado de salud actual, los cuidados sanitarios y la promoción de la salud, sobre la capacidad del individuo para obtener y mantener un nivel global de funcionamiento que le permite continuar aquellas actividades que son importantes para el individuo y que tienen un impacto sobre su estado general de bienestar. Para estos autores, las dimensiones que son importantes para realizar la medición de la CVRS son: el funcionamiento social, físico y cognitivo, la movilidad y cuidado personal, y el bienestar emocional.

El concepto de calidad de vida relacionada con la salud que más se ajusta a los objetivos de esta investigación, es el que lo concibe como la capacidad que tiene el individuo para realizar aquellas actividades importantes relativas al componente funcional, afectivo y social, los cuales están influenciadas por la percepción subjetiva, es decir, como afirman Badía y Lizán (2003) sería la manera en que las personas experimentan su bienestar mental, físico y la satisfacción con su vida cotidiana. Está claro que la calidad de vida es un concepto únicamente humano que se relaciona directamente tanto con el grado de satisfacción que tiene la persona como con su nivel de felicidad.

Las personas mayores que se implican en experiencias de carácter educativo obtienen beneficios que incluyen no solo el poder desarrollar estrategias de afrontamiento sino también el desarrollo del interés por nuevas actividades, la integración a nivel social y sobre todo el desarrollo de nuevas redes sociales; en otras palabras, el aumento de la calidad de vida y el bienestar (Manheimer, 2002).

Las bases teóricas expuestas nos ofrecen el marco desde el cual poder desarrollar nuestra investigación con suficientes garantías científicas y presentar unos resultados que nos permitan avanzar en la generación de propuestas que puedan mejorar tanto la teoría como la práctica.

2. OBJETIVOS

Como objetivo final nos planteamos Analizar la calidad de vida relacionada con la salud auto-percibida del alumnado mayor participante en el Programa Interuniversitario de la Experiencia (PIE) de la Universidad de Burgos en las sedes de Burgos y Aranda de Duero.

Así, los objetivos específicos del presente estudio son:

- Conocer el grado de asociación, si la hubiere, entre la CVRS y diversos factores sociodemográficos.

- Describir el estado de salud general de las personas mayores que se forman en los PUM.

A partir de estos objetivos, se espera que se cumplan las siguientes hipótesis:

- Existen diferencias estadísticamente significativas en la variable dependiente (EVA-Escala de Valoración Analógica) provocadas por la variable independiente (sexo).
- El alumnado de mayor edad expone tener más problemas relacionados con la salud.

3. METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos propuestos hemos optado por una metodología exploratoria y empírica, siendo conscientes de que se adecúa a una gran variedad de situaciones en diferentes contextos y por adaptarse a la complejidad humana.

La técnica utilizada para la recogida de datos ha sido el Cuestionario de Salud EQ-5D-5L EVA (2009) del EuroQol Group por ser un instrumento genérico y estandarizado que se usa para describir y valorar la calidad de vida relacionada con la salud de un grupo o población y cuyo desarrollo ha sido posible gracias al apoyo de la Unión Europea. En nuestro país el cuestionario fue validado por Badia X. et al (1999) y cumple las propiedades de adaptación cultural, validez, fiabilidad y sensibilidad al cambio. Por otra parte, este instrumento también ha sido la herramienta que se ha utilizado para evaluar la CVRS en la Encuesta Nacional de Salud de España, en su última edición de 2011-2012. Hemos añadido a este instrumento un bloque de preguntas para obtener datos sociodemográficos como son la edad, el sexo, la sede del programa en la que cursa los estudios, el curso en el que se encuentra matriculado, situación de convivencia, etc. y dos preguntas acerca de la felicidad y de la satisfacción vital que han sido valoradas mediante una escala Likert.

El instrumento en sí se compone de dos partes: por un lado el cuestionario que se encarga de medir las limitaciones auto percibidas de la salud y por otro, la escala visual analógica (EVA), denominada VAS (Visual Analogue Scale) en inglés. El cuestionario traza el estado de salud del alumnado a través de 5 dimensiones (Herdman et al., 2011): movilidad, cuidado personal, actividades cotidianas, dolor o malestar y ansiedad o depresión. Cada una de las cuales presenta 5 niveles de respuesta: sin problemas, con problemas leves, con problemas moderados, con problemas graves y con imposibilidad total. Con estos datos obtenemos un perfil descriptivo sencillo sobre la salud. Por otra parte, el alumnado también valora su estado de salud mediante la escala visual analógica que es una especie de termómetro de 20 cm. que ofrece un valor para el estado de salud entre 100 (mejor estado de salud imaginable) y 0 (peor estado de salud imaginable). Respecto a sus propiedades psicométricas, la fiabilidad test-retest oscila entre 0.86 y 0.90 (Van Agt et al., 1994), y su validez y sensibilidad al cambio ha sido demostrada en numerosos estudios (Herdman et al, 2001).

El cuestionario fue respondido de manera anónima y voluntaria por 332 alumnos en el mes de octubre de 2014, al comienzo del curso académico 2014/2015. Del total, 119 alumnos están matriculados en la sede Aranda y 213 en la de Burgos. La muestra es representativa pues se ha conseguido reunir respues-

tas del 97,65% del alumnado total, que son 340 personas, la formulación estadística nos informa de que se ha trabajado con un margen de error del 1,09% y con un nivel de confianza del 99%.

Los datos fueron ingresados por doble digitación al programa informático Epi-Data el cual es usado por la Organización Mundial de la Salud en diversos proyectos y análisis. Posteriormente, la base de datos fue exportada al paquete estadístico Stata en su versión 12 a través de la cual se han calculado los estadísticos descriptivos de las variables (medias, desviaciones típicas, porcentajes o intervalos de confianza del 95%) y se han empleado las técnicas estadísticas y gráficas recomendadas para cada tipo de variable (pruebas t, ANOVA o correlaciones).

4. RESULTADOS

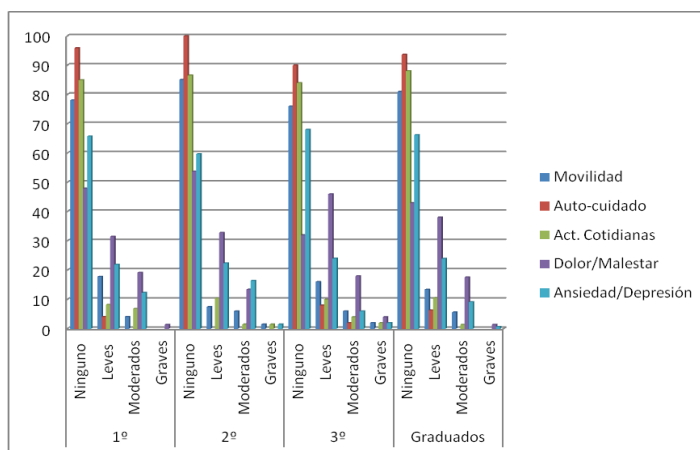
Daremos inicio a los resultados analizando la edad media del alumnado por curso. Somos conscientes de que a medida que aumenta la edad cronológica también se incrementan las posibilidades de padecer algún problema relacionado con la salud. Por sexos, de media son más mayores los hombres que las mujeres en ambas sedes, siendo la media masculina de 67,94 y 65,24 en Aranda y Burgos respectivamente y la femenina de 65,24 en Aranda y de 64,45 en Burgos.

La tabla 1 nos informa de los valores estadísticos que acompañan a cada una de las dimensiones del cuestionario de salud EQ-5D-5L y también a la escala visual analógica (EVA). En primer lugar aclararemos que la puntuación 1 de la escala es la más positiva y la 5 sería la más negativa. Si analizamos la mediana, comprobamos que en lo que respecta a la EVA, la mitad de la muestra ha seleccionado puntuaciones de 80 o por encima y es un valor muy cercano a la media que se sitúa en un poco más de 76 puntos. Podemos concluir que en este caso la distribución es ligeramente asimétrica con cola a la izquierda. Por el contrario, en todas las dimensiones de la escala visual analógica menos en la relacionada con el dolor/malestar, vemos como la media es superior a la mediana y la asimetría, en este caso, nos dibuja la cola a la derecha. Confirmamos que son las dimensiones de autocuidado y actividades cotidianas las que menor desviación estándar presentan respecto de la media, en el caso de la primera, ningún alumno ha marcado las opciones 4 ni 5, de hecho ningún individuo ha marcado la opción 5 en ninguna de las dimensiones. Las dimensiones que mayor desviación estándar presentan y en las que, por tanto mayor variabilidad en las respuestas vamos a encontrar son las de dolor/malestar y la de ansiedad/depresión. En la EVA tenemos una desviación estándar de unos 15 puntos lo que nos confirma que la mayoría del alumnado ha marcado puntuaciones entre 61 y 91. Con respecto al coeficiente de variación (c.v.), vemos que en todos los casos es de baja varianza y que los valores de la dimensión denominada autocuidado, al tener su c.v. un valor bajo, son más homogéneos que los del resto de variables. Lo mismo nos ocurre con la escala visual analógica que, tal y como habíamos visto anteriormente, comprobamos que sus valores son bastante uniformes.

Tabla 1. Valores estadísticos descriptivos de las 5 dimensiones del cuestionario de salud EQ-5D-5L y de la Escala Visual Analógica (EVA).

	Movilidad	Autocuidado	Actividades cotidianas	Dolor/ Malestar	Ansiedad/ Depresión	EVA
Mediana	1	1	1	2	1	80
Media	1.262048	1.054217	1.177711	1.756024	1.475904	76.14458
Desviación estándar	.5822184	.2397386	.4932017	.7874352	.7225484	15,1778
Mínimo	1	1	1	1	1	25
Máximo	4	3	4	4	4	100
Número	332	332	332	332	332	332
Coefficiente de variación (c.v.)	.4613282	.2274092	.41878	.4484194	.4895634	.1993288

Si nos centramos en el estudio de las diferentes dimensiones por cursos, no descubrimos grandes diferencias pero sí pequeños matices que merecen la pena ser estudiados. La mayoría del alumnado (74,28%) afirma no tener ningún problema en las 5 dimensiones sobre las que han sido preguntados, esto nos indica el buen estado de salud en general del alumnado del PIE. Las 3 dimensiones que menos problemas generan en todos los cursos son, por orden: auto-cuidado, actividades cotidianas y movilidad. Por otra parte, las dimensiones de dolor/malestar y ansiedad/depresión, son las que más problemas leves y moderados hacen percibir a los mayores. En el caso del alumnado de tercero, la diferencia entre ambas dimensiones es bastante notable. Los alumnos de segundo, por el contrario, refieren que les genera más problemas la ansiedad que el dolor. Son muy poco significativos los valores de la respuesta “graves”, si bien son más frecuentes en el alumnado de tercero (gráfica 1).

**Gráfica 1.** Resultados del cuestionario de salud (EQ-5D-5L) por cursos.

En el análisis por sexos, confirmamos que son los hombres los que presentan una mejor autopercepción de su salud pues en la mayoría de las dimensiones, excepto en la de auto-cuidado, exponen no tener ningún problema. Sus homólogas femeninas

afirman tener el doble de problemas moderados asociados al dolor/malestar, un 21,6% frente a un 10,53%, y en su mayoría, califican como leves sus problemas asociados con la ansiedad/depresión. Por otra parte, aun no siendo muy relevantes los datos en torno a la respuesta “grave”, es significativo ver cómo las mujeres, a diferencia de los hombres, lo han marcado en las dimensiones de movilidad y ansiedad.

Un análisis en profundidad de la distribución de las valoraciones EVA o VAS nos permite observar la existencia de conglomerados en torno a diversos valores (en particular los valores 80, 90 y 100). Por otra parte, la distribución está desplazada hacia la derecha pues se produce una alta concentración de puntos a partir del valor 65. Una forma de analizar estadísticamente estos datos es mediante la obtención de indicadores que permitan comparar esta distribución con una normal. En este caso, el indicador de curtosis es de 2,77 lo nos indica que la distribución de la EVA tiene colas más largas que una distribución normal y el valor negativo de asimetría (-,59) nos indica que la cola izquierda es más preponderante que la derecha, es decir que la distribución no es simétrica. Es interesante destacar el nivel de asociación que existe entre la Escala EQ-5D-5L y la escala visual analógica. Se ha analizado el comportamiento de los resultados de la escala en cada una de las categorías de las dimensiones medidas por el cuestionario y se ha visto que a mayor nivel de gravedad expresada en las diferentes dimensiones, menor es la puntuación en la EVA.

Por otra parte, también se ha estudiado el comportamiento de los resultados de la escala en cada una de las categorías de las dimensiones medidas por el cuestionario y se ha visto que a mayor nivel de gravedad expresada en las diferentes dimensiones, menor es la puntuación en la EVA. En el análisis de las correlaciones existentes entre la escala visual analógica y las diferentes dimensiones (tabla 2) comprobamos que es la dimensión referida al dolor/malestar la que presenta una correlación más negativa con la escala que mide numéricamente la percepción de la salud, es decir, que a mayor dolor, menor puntuación en la escala. Destacar que, como no podía ser de otra manera, todas y cada una de las dimensiones presentan una correlación negativa con la EVA. A la vista de los datos, también comprobamos que existe una fuerte correlación de las dimensiones movilidad y autocuidado con la dimensión actividades cotidianas, lo que nos indica que tienen menores problemas para enfrentarse a las actividades de la vida diaria quienes presentan una mejor movilidad y una mayor capacidad para el autocuidado.

Tabla 2. Correlación entre la EVA y las 5 dimensiones del cuestionario de salud EQ-5D-5L.

	eq5vas	eq5mov	eq5aut~i	eq5act~d	eq5dolor	eq5ans~a
eq5vas	1.0000					
eq5mov	-0.3913	1.0000				
eq5autocui	-0.2454	0.4390	1.0000			
eq5activid	-0.4413	0.5843	0.5315	1.0000		
eq5dolor	-0.5934	0.4957	0.2783	0.4387	1.0000	
eq5ansieda	-0.3779	0.1264	0.1820	0.2198	0.3427	1.0000

Para concluir, presentamos la correlación de la escala visual analógica con las diferentes variables sociodemográficas. Los resultados (tabla 3) nos informan de que existe una correlación moderada-alta negativa entre el estado civil y el número de personas que viven en el hogar, una correlación moderada-baja y positiva entre edad

y situación laboral, número de hijos y curso, y finalmente, una correlación moderada-baja de carácter negativo entre edad y número de personas en el hogar. Comprobamos como la edad es una variable importante en nuestra investigación capaz de influir en el aumento o disminución del valor de otras variables.

Tabla 3. Correlación de la EVA con las variables sociodemográficas.

	eq5vas	cledad	cicurso	clestado	clpers	clhijos	clestu-s	clsitl-r	nvpq58	clzona
eq5vas	1.0000									
cledad	-0.1044	1.0000								
cicurso	-0.1504	0.4271	1.0000							
clestado	-0.1554	0.2714	0.1191	1.0000						
clpers	0.0435	-0.3800	-0.1788	-0.6031	1.0000					
clhijos	-0.0982	0.3487	0.0828	0.1405	-0.0004	1.0000				
clestudios	0.1395	-0.1887	-0.2083	-0.1766	0.2137	-0.1869	1.0000			
clsitlabor	-0.0768	0.4083	0.3717	0.0954	-0.2093	0.1947	-0.2713	1.0000		
nvpq58	-0.2597	0.0260	0.0059	0.2545	-0.0623	0.0790	-0.1067	-0.0172	1.0000	
clzona	-0.0201	0.0488	-0.0655	0.0194	-0.0155	-0.0214	0.0282	-0.0432	0.0910	1.0000

Variables del modelo: nvpq58: Dificultad o facilidad de llegar a fin de mes.

5. CONCLUSIONES

En virtud de los resultados obtenidos y siempre teniendo presente la limitación del estudio por el tamaño de la muestra, podemos concluir que:

- Los alumnos de sexo masculino expresan tener una percepción más positiva de su salud en la mayoría de las dimensiones sobre las que se les ha preguntado en contraposición a sus compañeras femeninas que muestran respuestas más negativas. De media, los hombres en la escala visual analógica han obtenido una puntuación de 77,59 frente a los 75,05 puntos de las mujeres, es decir hay una diferencia de 2,54. Podemos afirmar que los hombres tienden a valorar más su salud que las mujeres y estas diferencias entre sexos son significativas a nivel estadístico.
- Efectivamente, a mayor edad del alumnado peor es la valoración que realiza sobre su propia salud. Los alumnos con mejor resultado en la EVA han sido los que se encuentran cursando segundo curso, que han tenido de media un 80,38 y cuya edad media es la más baja, 62,79 años. Por otra parte, comprobamos que es una tendencia que se mantiene puesto que los siguientes alumnos con mejor clasificación media en la escala son los de primero que a su vez son los siguientes más mayores (63,31 años) y lo mismo sucede con los de tercero que cuentan con una edad media de 64,84 años. Finalmente, los alumnos graduados, que tienen 6,33 años más que los más jóvenes, obtienen una puntuación media de 73,84 en la EVA, lo que supone una diferencia de 6,54 puntos con respecto a sus compañeros de segundo que son los mejor posicionados así como los más jóvenes. Concluimos en este punto que las diferencias por edad existen pero no son estadísticamente significativas.

Concluimos que los resultados obtenidos confirman las hipótesis planteadas en la investigación, siendo en gran parte coincidentes con otros estudios de carácter nacional e internacional.

Si comparamos nuestros resultados con los de la Encuesta Nacional de Salud en España (ENSE) 2011/2012, vemos que hay similitudes en el sentido de que tanto en nuestra investigación como en el citado informe se confirma que las mujeres decla-

ran más problemas de salud que los hombres en la mayoría de las dimensiones, y que es la dimensión dolor/malestar en la que ambos sexos afirman tener algún problema con mayor frecuencia. Los alumnos del PIE presentan menores porcentajes de problemas relacionados con la movilidad que la población en general y comprobamos que en la dimensión relacionada con el autocuidado, existen diferencias importantes principalmente a partir de los 75 años, ya que nuestra muestra puntúa mejor en cerca de un 15% que la muestra general. Una situación similar a la descrita anteriormente ocurre en la dimensión referida a las actividades de la vida cotidiana. Por otra parte, en las dimensiones de dolor/malestar y ansiedad/depresión, la situación es completamente diferente a las descritas hasta el momento y encontramos que el alumnado del PIE obtiene peores resultados que la población en general, siendo más acentuado este hecho en el sexo masculino que en el femenino. Estos datos nos demuestran que los PUM son un buen remedio contra determinados problemas pues logran que las personas mayores con dolor o ansiedad/depresión sean capaces de matricularse en un programa de estas características y beneficiarse de todas las ventajas que ofrece. Podemos decir que los PUM posibilitan que personas que no están completamente sanas sigan formando parte de lo que denominamos "ciudadanía activa", tengan la oportunidad de seguir formándose y adquieran pautas y desarrollen estrategias que les permitan mantener, a pesar de sus circunstancias personales de salud, altos niveles de felicidad. A modo de resumen podemos decir, que los programas universitarios para mayores contribuyen a mejorar la calidad de vida de quienes participan en ellos como alumnado.

Por otra parte, la Encuesta Nacional de Salud, que mide la calidad de vida relacionada con la salud en la población adulta en general, concluye que la puntuación media de la EVA es de 77,53 y que los valores decrecen de manera sistemática con la edad, un hecho que también queda reflejado a través de la información recopilada y analizada en esta investigación. En nuestro estudio, la media de la EVA del alumnado es de 77,32 puntos, un valor muy positivo en nuestro caso ya que no solo está cercano a la media del conjunto de la población española sino que es prácticamente el mismo valor que el de Castilla y León que en el estudio es de 76,34. Por otra parte, y siguiendo con la comparación con respecto a la región de Castilla y León, comprobamos que si bien la población en general presenta mayor porcentaje de problemas en las dimensiones de actividades cotidianas y movilidad, en nuestra muestra esos amplios porcentajes quedan reflejados en las dimensiones de dolor/malestar y ansiedad/depresión como sucede en los datos generales de la población española. Estos datos nos informan de que los niveles de salud de los alumnos de un Programa Universitario de Mayores, son muy similares a los de la población en general, donde se incluyen personas desde los 18 años hasta más de 85 años, lo que apoya la idea de que aprender a lo largo de la vida tiene numerosos beneficios tanto personales como sociales y contribuye de manera clara a mantener los niveles de salud o incluso mejorarlos.

Como conclusión podemos afirmar que los adultos mayores españoles perciben que su salud es peor en comparación con los alumnos universitarios de la UBU, a pesar de este dato, no podemos concluir que esa situación sea consecuencia directa de una intervención educativa enmarcada dentro de unos objetivos de envejecimiento activo. Nuestra muestra podría estar sesgada en tanto en cuanto, la salud es un factor decisivo para matricularse en un programa formativo que requiere de un desplazamiento hasta el lugar donde se desarrollan las clases, disposición para entablar relaciones socio-personales o un bienestar mínimo que permita centrar la atención en los

diferentes contenidos. Lo que si estamos en condiciones de afirmar es que aquellos alumnos que permanecen matriculados en el PIE después de graduarse, a pesar de tener una edad media de 69,12 años, presentan mejores resultados en la EVA que sus homólogos/as de la muestra nacional. Parece claro que formarse en la madurez tiene relación directa con una mejor percepción de la salud y que pese a que queda claro que la CVRS depende en buena medida de la edad y del sexo (ENSE, 2014) hay otras variables que pueden influir de manera clara en esa percepción.

En conjunto, los resultados obtenidos refuerzan la idea de que el alumnado del PIE de la UBU de las sedes de Burgos y Aranda de Duero, presenta un perfil de envejecimiento activo y satisfactorio, alejado de la tan temida dependencia, libre de problemas de salud graves, con una buena satisfacción vital y elevados niveles de felicidad. Si como ya hemos dicho, estas circunstancias pueden no ser consecuencia directa de los PUM, si podemos afirmar que la formación universitaria colabora de manera decisiva a que los mayores mantengan un buen estado de salud (física y mental) y altos niveles de bienestar subjetivo asociados a la autoestima, confianza en uno mismo, a las relaciones personales o el sentido de identidad personal como miembros de la comunidad universitaria.

Las conclusiones alcanzadas nos hacen plantearnos la necesidad de extender el estudio, tanto sobre CVRS como de Programas Universitarios para Mayores, al resto del alumnado de los PUM de la Universidad de Burgos, así como a todos los matriculados en las diferentes sedes del Programa Interuniversitario de la Experiencia de Castilla y León. No solo Castilla y León, una comunidad envejecida y muy extensa con amplios núcleos de población de carácter rural, necesita justificar ante las instituciones políticas, sociales o económicas, que es necesaria la promoción de la autonomía personal a través de políticas educativas específicas de envejecimiento activo que promuevan y faciliten recursos adecuados a los deseos y capacidades de las personas mayores, sino que esta necesidad es urgente en un país que envejece progresiva e inexorablemente. Una macro investigación de carácter nacional visibilizaría el potencial preventivo de estos programas educativos y su relación con el mantenimiento de la salud y nos permitiría comparar los resultados entre comunidades y/o ciudades para así conocer todas las fortalezas y debilidades de los diferentes sistemas. Hemos de poner en valor el potencial de la formación a lo largo de la vida, primero como derecho de todos los ciudadanos y segundo, como mecanismo que ayude a desarrollar políticas de salud que tengan una orientación de carácter pedagógico.

Se están dando pasos en buena dirección que seguirán mejorando la calidad de vida del alumnado universitario, si bien queda mucho camino por recorrer que nos permitirá continuar abriendo nuevas líneas de investigación.

REFERENCIAS

- [1] Anderson, K. y Burckhardt, C. (1999). Conceptualization and measurement of quality of life as an outcome variable for health care intervention and research. *Journal of Advanced Nursing*, 29, 298–306.
- [2] Badia Llach, X. y Lizán Tudela, L (2003). Estudios de calidad de vida. *Atención Primaria: conceptos, organización y práctica clínica* (pp.250-261). Barcelona: Elsevier.

- [3] Badia, X., Roset, M., Montserrat, S., Herdman, M., y Segura, A. (1999). La versión española del EuroQol: descripción y aplicaciones. *Medicina clínica*, 112, 79-85.
- [4] Baldwin, S., Godfrey, C. y Propper, C. (1990). Introduction. En S. Baldwin, C. Godfrey, y C. Propper (Eds.), *Quality of life perspectives and policies* (pp. 1-6). New York, NY: Routledge.
- [5] Bowling, A. (2003). Current state of the art in quality of life measurement. En Carr, A.J.; Higginson, I.J.; Robinson, P.G. (Ed.), *Quality of Life* (pp. 1-8). London, UK: BMJ Publishing Group.
- [6] Delors, J. (1996). Informe Delors. *La educación encierra un tesoro*. Madrid: UNESCO-Anaya.
- [7] Encuesta Nacional de Salud. España 2011/2012 (2014). Serie Informes monográficos nº3. *Calidad de vida relacionada con la salud en adultos: EQ-5D-5L*. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.
- [8] Ferrans, C. E., Zerwic, J. J., Wilbur, J. E., y Larson, J. L. (2005). Conceptual model of health-related quality of life. *Journal of Nursing Scholarship*, 37(4), 336-342.
- [9] Guyatt, G.H., Feeny, D.H. y Patrick D.L. (1993). Measuring health-related quality of life. *Annals of Internal Medicine* 118(8), 622-629.
- [10] Hajiran, H. (2006). Toward a quality of life theory: Net domestic product of happiness. *Social Indicators Research*, 75, 31-43.
- [11] Herdman, M., Badía, X., y Berra, S. (2001). El EuroQol-5D: una alternativa sencilla para la medición de la calidad de vida relacionada con la salud en atención primaria. *Atención primaria*, 28(6), 425-429.
- [12] Herdman M., Gudex C., Lloyd A., Janssen M.F., Kind P., Parkin D., Bonse G. y Badía X. (2011). Development and preliminary testing of the new five-level version of EQ-5D (EQ-5D-5L). *Quality of life Research* 04/2011.
- [13] Iglesias-Souto, P. M., y Dosil, A. (2005). Algunos indicadores de percepción subjetiva implicados en la satisfacción del residente mayor. Propuesta de una escala de medida. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 40(2), 85-91.
- [14] Manheimer, R.J. (2002). La educación para mayores en los Estados Unidos: tendencias y programas de desarrollo. En VV.AA., *Los modelos marco de programas Universitarios para Mayores* (pp.111 -121). Alicante: Universidad Permanente de Alicante.
- [15] Montoro Rodríguez, J., Pinazo Hernandis, S., y Tortosa Chuliá, M. Á. (2007). Motivaciones y expectativas de los estudiantes mayores de 55 años en los programas universitarios. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 42(3), 158-166.
- [16] Moons, P., Budts, W. y De Geest, S. (2006). Critique on the conceptualisation of quality of life: A review and evaluation of different conceptual approaches. *International Journal of Nursing Studies*, 43, 891-901.
- [17] Murphy, K., O'Shea, E. y Cooney, A. (2007). Quality of life for older people living in long-stay settings in Ireland. *Journal of Clinical Nursing*, 16, 2167-2177.
- [18] Naughton, M. J., Shumaker, S. A., Anderson, R. T., & Czajkowski, S. M. (1996). Psychological aspects of health-related quality of life measurement: tests and

- scales. *Quality of Life and Pharmacoeconomics in Clinical Trials*. Spilker, B. Cap, 15, 117-131.
- [19] Noll, H. (2004). Social indicators and quality of life research: Background, achievement and current trends. En N. Genov (Ed.), *Advances in sociological knowledge over half a century* (pp. 151-181). Wiesbaden, Germany: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- [20] Organización Mundial de la Salud (2002). Envejecimiento activo: un marco político. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 37(2), 74-105.
- [21] Orte, C. y Gambús, M. (2004). Los programas universitarios para mayores en la construcción del Espacio Europeo de Enseñanza Superior. Palma de Mallorca: Universitat de les Illes Balears.
- [22] Orte, C. y Vives, M. (2006). Apoyo social, calidad de vida y programas universitarios de mayores. *El aprendizaje a lo largo de toda la vida. Los programas universitarios de mayores*.
- [23] Padilla, G., Grant, M. y Ferrell, B. (1992). Nursing research into quality of life. *Quality of Life Research*, 1, 341-348.
- [24] Palmero, C. y Jimenez, A. (2008). The quality of university programs for older people in Spain: Innovations, tendencies and ethics in the face of active ageing and the European Higher Education Area. *Educational Gerontology* 44, 4.
- [25] Patrick D, Erickson P. (1993). Health Policy, Quality of Life: Health Care Evaluation and Resource Allocation. New York: Oxford University Press.
- [26] Pillay, H., Irving, K., y Tones, M. (2007). Validation of the diagnostic tool for assessing tertiary students' readiness for online learning. *High Education Research & Development*, 26(2), 217-234.
- [27] Schalock, R., De Vries, y Lebsack, J. (1999). Enhancing quality of life. En S. Stanley y G. Weber (Eds.), *Ageing, rights and quality of life. Prospects for older people with developmental disabilities* (pp. 81-92). York. Pennsylvania: Brookes.
- [28] The EuroQol Group (1990). EuroQol – a new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy* 16(3): 199-208. www.euroqol.org.
- [29] Van Agt, H. M., Essink-Bot, M. L., Krabbe, P. F., y Bonsel, G. J. (1994). Test-retest reliability of health state valuations collected with the EuroQol questionnaire. *Social science & medicine*, 39(11), 1537-1544.
- [30] Verdugo, M. A., Gómez, L. E., y Arias, B. (2009). *La Escala FUMAT de evaluación de la calidad de vida de personas mayores y con discapacidad*. Salamanca: Universidad de Salamanca, Publicaciones del INICO, Colección Herramientas, 4, 2009.
- [31] Villar, F., Triado, C., Pinazo, S., Celdran, M., y Sole, C. (2010). Reasons for older adult participation in university programs in Spain. *Educational Gerontology*, 36(3), 244-259.
- [32] WHOQOL Group. (1993). Study protocol for the World Health Organization project to develop a Quality of Life assessment instrument (WHOQOL). *Quality of Life Research*, 2, 153-159.

CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA Y GENOTÍPICA DE *LISTERIA MONOCYTOGENES*

MANSO, B.¹, MELERO, B.¹, ROVIRA, J.¹, RODRÍGUEZ LÁZARO, D.²

¹*Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos.
Área de Tecnología de los Alimentos. Universidad de Burgos*

²*Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos.
Área de Microbiología. Universidad de Burgos*

RESUMEN

Listeria monocytogenes es una bacteria Gram positiva, y patógena que causa infecciones tanto en animales como en humanos. Tiene una gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales lo que la hace muy resistente y difícil de eliminar en las industrias alimentarias. La gravedad de la infección que produce hace que sea necesario un conocimiento profundo de las características de las cepas que aparecen en la cadena alimentaria y en los alimentos. Por tanto, el objetivo de este trabajo es la caracterización genotípica y fenotípica de *L. monocytogenes* ayudando a las empresas en su control. En esta tesis caracterizaremos cepas de *L. monocytogenes* aisladas de diferentes industrias alimentarias: 176 de una industria cárnica, 45 de una láctea y 26 de una de marisco tanto de producto final como de muestras ambientales. En la caracterización genotípica hemos empleado herramientas de biología molecular para la identificación y clasificación de genes por diferentes métodos de PCR: PCR a tiempo real, PCR convencional y electroforesis, Stress Survival Islet-1, Tn 6188 (*radC*, *quacH*) y *bcrABC*; También hemos tipificado mediante PFGE (Pulse-field gel electrophoresis), MLST (Multi-Locus sequence typing) y MvLST (Multi virulence locus sequence typing). También queremos comprobar la expresión del transcriptoma en situaciones de estrés. Para la caracterización fenotípica hicimos: curvas de crecimiento; test de resistencia / tolerancia a detergentes y desinfectantes y experimentos de estrés. Se complementarán con estudios de resistencia a antibióticos, cultivo celular y estudios in vitro en diferentes matrices alimentarias. Comprobando por PCR a tiempo real la identificación de las cepas como *L. monocytogenes*, posteriormente se clasificaron en función del serotipo. De las 176 colonias aisladas en la industria cárnica un 27,84 % se englobaron dentro del serogrupo 1/2a, 3a; 68,75 % en el serogrupo 1/2c, 3c; 1,14 % en 1/2b, 3b, 7 y 2,27 % en 4b, 4d, 4e. Los 45 aislados de la quesería se clasificaron como: 72,73 % en el serotipo 1/2a, 3a; 11,36 % en el serotipo 1/2b, 3b, 7; 11,36 % en 4b, 4d, 4e y 4,55 % en 1/2c, 3c. Uno de los aislados se englobó dentro un serotipo mixto. Los aislados procedentes de los productos de marisco se clasificaron: 92,31 % en el serotipo 1/2a, 3a y un 7,69 % en el serotipo 4b,4d,4e. A partir del PFGE, se obtuvieron 13 pulsotipos diferentes en la industria cárnica, 7 pulsotipos en la industria láctea y únicamente 2 en la de marisco. Con el MLST se obtuvieron

8 perfiles diferentes en la industria cárnica, 7 en la industria láctea y 2 en la empresa de marisco. Las curvas de crecimiento muestran un comportamiento prácticamente similar en todas las cepas. En el test de resistencia / tolerancia a desinfectantes y detergentes, la mayoría de las cepas fueron tolerantes a los detergentes empleados y sensibles a elevadas concentraciones del desinfectante. Actualmente estamos realizando los experimentos de estrés oxidativo. El resto de experimentos citados pero de los que no se muestran resultados es debido a que son estudios planificados para ser desarrollados en un futuro, una vez optimizado los protocolos adecuados.

Palabras clave: Patógeno, PFGE, MLST, curvas de crecimiento, tolerancia detergentes / desinfectantes.

ABSTRACT

Listeria monocytogenes is a Gram-positive and food-borne pathogen that causes infections in animals and humans. *L. monocytogenes* is able to survive in different environments of food industry so, it is very difficult to remove from plants. Due to the severity of listeriosis is important to go in-depth on the characteristics of the strains that appear in along the food chain and food products. The aim of this study is to characterize *L. monocytogenes* strains with genotyping and phenotyping methods for helping the industries to prevent the pathogen in food industry. During this PhD thesis, *L. monocytogenes* strains from different food industries will be characterized: 176 from a slaughterhouse, 45 from a cheese factory and 26 from a shrimps company. All of them have been isolated from environmental and final product samples. For genotyping characterization molecular biology tools, such as PCR methods will be used to identify and classify different genes of *L. monocytogenes*: real time PCR, conventional PCR and electrophoresis, stress survival islet- 1, Tn 6188 (*radC*, *quacH*) and *bcrABC*. Moreover, PFGE (Pulse-field gel electrophoresis), MLST (Multi-Locus sequence typing) and MvLST (Multi virulence locus sequence typing) will be used to perform strains typification. Furthermore, a better knowledge about transcriptome expressions in stress situations is necessary. Thus, for phenotyping characterization different experiments will be performed, such as growth curves, test of resistance / tolerance to detergent / disinfectant, stress oxidative, antibiotic resistances, cell culture and in vitro studies in different food products. The presumptive *L. monocytogenes* colonies from the different samples were identified by real-time PCR and then classified by their serogroups. From 176 isolates in slaughterhouse, 27.84% belonged to 1/2a; 3a serotype; 68.75 % to 1/2c, 3c serotype; 1.14 % to 1/2b, 3b, 7 serotype and 2.27 % to 4b,4c,4e serotype. The 45 isolates from the cheese factory were classified as follows: 72.73 % in 1/2a, 3a serotype; 11.36 % in 1/2b, 3b, 7 serotype; 11.36 % in 4b, 4d, 4e serotype and 4.55 % in 1/2c, 3c serotype. One of them was a mixed serotype. Strains from the shrimps company were classified as follows: 92.31 % in 1/2a, 3a serotype and 7.69 % as 4b, 4d, 4e serotype. Thirteen different PFGE-types were obtained among the slaughterhouse strains, 7 PFGE-types among the cheese factory strains and only 2 in the case of shrimps company strains. Regarding MLST results, 8 different profiles were obtained from the slaughterhouse strains, 7 profiles in the case of the cheese factory strains and 2 profiles among the shrimps company strains. With respect to phenotyping experiments, all of the tested strains presented similar growth curves. In addition, the majority of strains were sensitive to high concentration of disinfectant and had a better tolerance to the detergents tested. Oxidative stress studies

are currently in process. The rest of the experiments listed will be planned further on when the protocols will be optimized.

Keywords: Pathogen, PFGE, MLST, growth curves, tolerance detergent – disinfectant.

1. INTRODUCCIÓN

Listeria monocytogenes es una bacteria Gram positiva, que resulta patógena causando infecciones tanto en animales como en humanos debido al consumo de alimentos o bebidas contaminadas por esta bacteria.

Tiene una gran capacidad de adaptación al ambiente donde se encuentre (plantas alimentarias), a pesar de que sus condiciones óptimas sean temperaturas de 37°C y pH 6-7, puede sobrevivir en condiciones anaeróbicas, temperaturas de refrigeración o ambientes hiperosmóticos, lo que la hace muy resistente y difícil de eliminar en las industrias alimentarias, que es nuestro principal objetivo de estudio.

La infección alimentaria que transmiten se denomina listeriosis. Ocasiona infecciones gastrointestinales, uterinas y daños en el sistema nervioso central (meningitis). En mujeres embarazadas conduce a nacimientos prematuros o abortos, siendo también los recién nacidos o pacientes inmunodeprimidos otros grupos de riesgo. Para el resto de la población, el riesgo de sufrir listeriosis es bastante menor, ya que implica un consumo de alimentos altamente contaminados con *L. monocytogenes*. Podemos encontrar su presencia en carnes o pescados crudos, ahumados o embutidos curados o cocidos, patés, productos de origen lácteo (quesos poco curados, leche cruda o sin fermentar), verduras crudas o comidas preparadas y alimentos listos para consumo.

2. OBJETIVOS

Aunque la incidencia de listeriosis no es muy elevada (8,6% entre el 2012-2013) se ha incrementado en los últimos cinco años según recoge el último informe de la EFSA (European Food Safety Authority), Es por ello necesario un conocimiento profundo de las características de las cepas que aparecen en la cadena alimentaria y en los alimentos (EFSA, 2015). Así el objetivo de este trabajo es la caracterización genotípica y fenotípica y colaborar con las empresas en el control y prevención de este patógeno.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Recogida de muestras

este estudio se comenzó haciendo muestreos periódicos en diferentes industrias alimentarias: cárnica, láctea (quesería) y de marisco. En el caso de la industria cárnica y la quesería el muestreo se desarrolló una vez al mes durante un año. En cada visita se cogieron muestras de producto final, de superficies en contacto con el producto (mesa, tablas, instrumental, guantes...) y de superficies ambientales (suelo, paredes, arquetas...). En el caso de la empresa de marisco se recogieron diferentes muestras positivas detectadas por la empresa, tanto de producto final como muestras ambientales. Además se realizó un estudio de Challenge Test con langostinos cocidos refrigerados y langostinos cocidos congelados. Las muestras se mantuvieron a 4 °C hasta la llegada al laboratorio.

3.2. Análisis microbiológicos

en el caso de las muestras recogidas en la industria cárnica y la quesería se procedió al estudio de la presencia de *L. monocytogenes* mediante la norma ISO 11290-1 [1] referente a la detección de este patógeno. En el caso del Challenge Test realizado con productos de marisco se utilizó la norma ISO 11290-1 para la detección de *L. monocytogenes* en los lotes control (sin inocular) y la norma ISO 11290-2 [2] para la cuantificación de *L. monocytogenes* tanto en los lotes inoculados como en los lotes control. En aquellas muestras que presentaron colonias presuntamente susceptibles de ser *L. monocytogenes*, se aislaron y se procedió a su identificación. También se midieron parámetros físico-químicos (pH, actividad de agua) en los lotes control del Challenge Test.

Después de obtener las cepas aisladas de las muestras analizadas, se procedió a estudiar la caracterización genotípica y fenotípica.

3.3. Caracterización genotípica

en la caracterización genotípica se emplearon herramientas de biología molecular para estudiar la expresión génica así como la presencia o ausencia de mutaciones y las proteínas responsables de la virulencia, resistencia y adaptación de *L. monocytogenes*.

Para la caracterización genotípica hemos usado varias técnicas ya descritas en la bibliografía.

3.3.1. Identificación y clasificación por diferentes métodos de PCR

Con esta herramienta conseguimos identificar genes característicos de *L. monocytogenes*, y en función del resultado podemos clasificarlas en diferentes grupos.

PCR a tiempo real [3]. Consigue diferenciar si el aislado a estudiar es o no *L. monocytogenes*.

PCR convencional y electroforesis [4]. Con este método *L. monocytogenes* se clasifica en diferentes **serotipos / serogrupos**: 1/2c, 3c; 1/2a, 3a (típico de alimentos); 1/2c, 3c; 4b, 4d, 4e (serotipo más peligroso por ser el responsable de la mayoría de listeriosis).

Otras caracterizaciones basadas en la PCR convencional fueron:

Stress Survival Islet-1 [5]: Consiste en la detección de varios genes (*lmo* 0446, *lmo* 0447, *lmo* 0444, *lmo* 0445, *lin* 0464 y *lin* 0465), los cuales codifican proteínas que permiten que *L. monocytogenes* tolere situaciones de estrés ambiental y durante las infecciones gastrointestinales en los procesos de infección.

Tn 6188 (radC, quacH) y bcrABC [6]: El primero de ellos es un transposón y el segundo un plásmido. Ambos son un conjunto de genes que pueden moverse libremente por el genoma de las bacterias, y en este caso son los responsables de que *L. monocytogenes* sea tolerante o menos susceptible a desinfectantes derivados de amonios cuaternarios (QAC).

3.3.2. Tipificación mediante PFGE (Pulse-field gel electrophoresis) [7]

Esta técnica nos permite clasificar a los aislados estudiados en diferentes PFGE-tipos en función de la semejanza de los patrones generados mediante una restricción enzimática en la que el ADN se rompe en pequeños fragmentos.

Esta técnica permite que las empresas puedan rastrear la contaminación de este patógeno, permitiendo conocer las fuentes de contaminación. Conocerán si son varias cepas (diferentes entre ellas) las responsables de los distintos focos, o bien, que sea una única, la cual se haya hecho permanente creando nichos y haciéndose más resistente cada vez.

3.3.3. Tipificación mediante MLST (Multi-locus sequence typing) [8] [9]

Esta técnica nos permite clasificar *L. monocytogenes* en base a la detección de 7 genes housekeeping (*abcZ*, *cat*, *dat*, *ldh*, *bglA*, *dapE*, *lhkA*). Se denominan así, porque están altamente conservados a lo largo de la evolución. Posteriormente son secuenciados para obtener una clasificación de las distintas cepas en función de los sequence types (ST).

3.3.4. Tipificación mediante MVLST (Multi Virulence locus sequence typing) [10] [11]

El procedimiento de esta técnica es la misma que para el MLST pero en este caso, se estudian los genes de virulencia presentes en *L. monocytogenes*. Son: *inlA* (internalina A), *inlB* (internalina B), *inlC* (internalina C), operón *prfA*, *lisR* (listeriolisina R), *actA* (actina A), *dal* (alanina racemasa), *clpP* (serin-proteasa).

3.4. Caracterización fenotípica

debido al gran número de cepas que hemos ido recogiendo durante los muestreos, hemos elegido las cepas más representativas en función de los resultados obtenidos por PFGE y por MLST.

Los estudios fenotípicos realizados hasta el momento han sido:

3.4.1. Curvas de crecimiento

Son experimentos que nos permiten hacer un seguimiento de *L. monocytogenes* para conocer cuánto tiempo necesita para alcanzar su punto óptimo de crecimiento tanto a temperaturas favorables, 37°C, como en temperaturas de refrigeración desde 4°C a 10°C. De esta manera podemos simular y estudiar su comportamiento en el ambiente de una empresa alimentaria y en el propio refrigerador de un consumidor

3.4.2. Test resistencia / tolerancia a detergentes y a desinfectantes

A partir de muestras de los productos de limpieza y desinfección que usan las industrias habitualmente y junto con la información que aportan las fichas técnicas y de seguridad, hicimos esta prueba. En ella testábamos las distintas cepas de *L. monocytogenes* en placas de agar con distintas concentraciones de los productos y al cabo de 48 horas de incubación comprobábamos si había habido crecimiento o no.

3.4.3. Experimentos de estrés

Se ha descrito en la introducción que *L. monocytogenes* es una bacteria muy resistente a condiciones desfavorables y que consigue adaptarse fácilmente al ambiente en el que se encuentra. Mediante PCR podemos estudiar si las cepas poseen genes que les permiten esa tolerancia, la cual podemos comprobar con experimentos como éste: creando unas condiciones de estrés en el medio donde incubamos nuestras cepas.

Ese estrés puede ser causado añadiendo agentes oxidantes, acidificando o basificando el medio o añadiendo elevadas concentraciones de sal. De esta manera, creamos un estrés oxidativo, estrés por pH o por salinidad.

Estrés oxidativo [12] [13]:

Es el punto donde nos encontramos en este momento. Los agentes oxidantes que empleamos son cumino hidroperóxido (CHP) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2). Sometemos a las cepas a un crecimiento en un medio que suplementamos de forma independiente con cada uno de estos agentes y lo incubamos durante 3 horas y a dos temperaturas diferentes ($37^\circ C$ y $10^\circ C$), haciendo un seguimiento cada hora.

Los objetivos de este estudio son:

- Conocer cómo reacciona *L. monocytogenes* en presencia de estos agentes oxidantes.
- Ver cuál de los dos agentes utilizados (CHP / H_2O_2) es más dañino y el efecto a diferentes temperaturas.

Estrés ácido/básico y estrés por alta salinidad: [14] [15] [16]

La metodología se definirá cuando se optimicen las condiciones.

4. RESULTADOS

4.1. Muestras

Durante el año de muestreo en la empresa cárnica se recogieron un total de 319 muestras de las cuales 176 fueron positivas (55,17 %). En el caso de la empresa láctea se recogieron 536 muestras de las cuales 45 fueron positivas (8,40 %). El número total de muestras positivas obtenidas del propio proceso de control de la empresa de productos del marisco y del Challenge Test realizado fue de 26 muestras positivas

4.2. Características moleculares

Gracias al PFGE pudimos conocer que las cepas aisladas en las industrias visitadas, se clasificaron en: 13 PFGE-tipos diferentes en la industria cárnica, 7 PFGE-tipos en la industria láctea y únicamente 2 en la de marisco. Esto quiere decir que, las cepas encontradas en dichas industrias tienen diferente origen, no son la misma cepa.

En cuanto a los resultados obtenidos en el MLST, tras analizarse todas las cepas, se obtuvieron 8 perfiles diferentes en la industria cárnica, 7 en la industria láctea y 2 en la industria de marisco. Esto se debe a que, igual que el PFGE, todas las cepas pertenecientes a un mismo PFGE-tipo formaron parte del mismo sequence type.

Los resultados correspondientes al MvLST, no los tenemos todavía porque fueron realizados durante mi estancia en el Institute Milk Hygiene, Milk Technology and Food Science de la Universidad de Viena, Austria.

4.3. Características fenotípicas

Todas las cepas que se analizaron realizando las curvas de crecimiento presentan un comportamiento muy similar. En el test de resistencia / tolerancia a desinfectantes y detergentes, la gran mayoría de las cepas sólo se mostraron sensibilizada

elevadas concentraciones de desinfectante, mientras que apenas ofrecían resistencia en presencia de los detergentes, como era esperable.

Actualmente, no tenemos resultados concluyentes en cuanto a los experimentos de estrés oxidativo porque los estamos realizando en estos momentos. No sólo queremos ver cómo es esa respuesta de *L. monocytogenes* en situaciones de estrés, sino que queremos analizar cómo es la expresión del transcriptoma en los distintos tiempos recogidos y ante los distintos oxidantes.

Al igual que se hicieron estudios de desafío con langostinos, también nos gustaría probar con otros productos, como algún lácteo haciendo ensayos estáticos y dinámicos, inoculando el producto con cepas individuales y también a partir de un pool de varias cepas ya conocidas por nosotros.

Es fundamental aportar a este estudio un punto de vista clínico, por lo que nos gustaría conocer cuál es la resistencia de *L. monocytogenes* a los diferentes antibióticos con los que se tratan las infecciones que causan.

4.4. Conclusiones

Los resultados observados hasta ahora no nos permiten determinar, por el momento, los motivos por los que estas cepas son capaces de permanecer en el ambiente de las diferentes empresas alimentarias. Es necesario un estudio combinado de los resultados de los experimentos realizados hasta ahora así como de los que se están desarrollando y planificados en un futuro.

Además, creemos que puede ser interesante completarlo con estudios de cultivos celulares. Con ellos comprenderíamos mejor cómo es el ciclo de invasión e infección de *L. monocytogenes* en células eucariotas cuando estas cepas han sido sometidas a algunos de los diferentes estreses que pueden sufrir en la cadena alimentaria y en el propio alimento.

REFERENCIAS

- [1] ISO 11290-1: Microbiología de los alimentos para consumo humano y para animales. Método horizontal para la detección y el recuento de *Listeria monocytogenes*. Parte 1: Método de detección. Modificación 1 : Modificación del medio de aislamiento y de la prueba de la hemólisis e inclusión de los datos de precisión (ISO 11290-1: 1996 / AM1 : 2004).
- [2] ISO 11290-2: Microbiología de los alimentos para consumo humano y para animales. Método horizontal para la detección y recuento de *Listeria monocytogenes*. Parte 2: Método de recuento. Modificación 1: Modificación del medio de recuento (ISO 11290-2: 1998 / AM1 : 2004).
- [3] Rodríguez-Lázaro, D., Hernández, M., Scortti, M., Esteve, T., Vázquez-Boland, J. A., & Pla, M. (2004). Quantitative detection of *Listeria monocytogenes* and *Listeria innocua* by real-time PCR: assessment of hly, iap, and lin02483 targets and AmpliFluor technology. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(3), 1366-1377.
- [4] Doumith, M., Buchrieser, C., Glaser, P., Jacquet, C., & Martin, P. (2004). Differentiation of the major *Listeria monocytogenes* serovars by multiplex PCR. *Journal of Clinical Microbiology*, 42(8), 3819-3822.

- [5] Ryan, S., Begley, M., Hill, C., & Gahan, C. G. M. (2010). A five-gene stress survival islet (SSI-1) that contributes to the growth of *Listeria monocytogenes* in suboptimal conditions. *Journal of applied microbiology*, 109(3), 984-995.
- [6] Müller, A., Rychli, K., Muhterem-Uyar, M., Zaiser, A., Stessl, B., Guinane, C. M., ... & Schmitz-Esser, S. (2013). Tn6188—a novel transposon in *Listeria monocytogenes* responsible for tolerance to benzalkonium chloride. *PLoS one*, 8(10), e76835.
- [7] Graves, L. M., & Swaminathan, B. (2001). PulseNet standardized protocol for subtyping *Listeria monocytogenes* by macrorestriction and pulsed-field gel electrophoresis. *International journal of food microbiology*, 65(1), 55-62.
- [8] Ragon, M., Wirth, T., Hollandt, F., Lavenir, R., Lecuit, M., Le Monnier, A., & Brisse, S. (2008). A new perspective on *Listeria monocytogenes* evolution. *PLoS Pathog*, 4(9), e1000146.
- [9] Salcedo, C., Arreaza, L., Alcalá, B., De La Fuente, L., & Vazquez, J. A. (2003). Development of a multilocus sequence typing method for analysis of *Listeria monocytogenes* clones. *Journal of clinical microbiology*, 41(2), 757-762.
- [10] Zhang, W., Jayarao, B. M., & Knabel, S. J. (2004). Multi-virulence-locus sequence typing of *Listeria monocytogenes*. *Applied and environmental microbiology*, 70(2), 913-920.
- [11] Cantinelli, T., Chenal-Francisque, V., Diancourt, L., Frezal, L., Leclercq, A., Wirth, T., ... & Brisse, S. (2013). “Epidemic clones” of *Listeria monocytogenes* are widespread and ancient clonal groups. *Journal of clinical microbiology*, 51(11), 3770-3779.
- [12] Rea, R., Hill, C., & Gahan, C. G. (2005). *Listeria monocytogenes* PerR mutants display a small-colony phenotype, increased sensitivity to hydrogen peroxide, and significantly reduced murine virulence. *Applied and environmental microbiology*, 71(12), 8314-8322.
- [13] Huang, Y., Suo, Y., Shi, C., Szlavik, J., Shi, X. M., & Knöchel, S. (2013). Mutations in *gltB* and *gltC* reduce oxidative stress tolerance and biofilm formation in *Listeria monocytogenes* 4b G. *International journal of food microbiology*, 163(2), 223-230.
- [14] Wemekamp-Kamphuis, H. H., Wouters, J. A., de Leeuw, P. P., Hain, T., Chakraborty, T., & Abee, T. (2004). Identification of sigma factor σ^B -controlled genes and their impact on acid stress, high hydrostatic pressure, and freeze survival in *Listeria monocytogenes* EGD-e. *Applied and Environmental Microbiology*, 70(6), 3457-3466.
- [15] Markkula, A., Lindström, M., Johansson, P., Björkroth, J., & Korkeala, H. (2012). Roles of four putative DEAD-box RNA helicase genes in growth of *Listeria monocytogenes* EGD-e under heat, pH, osmotic, ethanol, and oxidative stress conditions. *Applied and environmental microbiology*, 78(19), 6875-6882.
- [16] Lou, Y., & Yousef, A. E. (1997). Adaptation to sublethal environmental stresses protects *Listeria monocytogenes* against lethal preservation factors. *Applied and Environmental Microbiology*, 63(4), 1252-1255.

COBERTURA EN PRENSA ESCRITA DE LOS RIESGOS LABORALES A PARTIR DE LA LEY DE PREVENCIÓN

SERGIO ARCE GARCÍA

Doctorando Humanidades y Comunicación. Universidad de Burgos

RESUMEN

Con la transposición legislativa europea a España de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales se ha buscado dar un nuevo enfoque en la cultura de trabajo, con el fin de reducir los grandes niveles de accidentalidad existentes hasta ese momento. Los nuevos conceptos de trabajo seguro se encontraron con diversas dificultades y han presentado en las estadísticas oficiales unos resultados variables en el tiempo. La sociedad no debe ser ajena a esta nueva cultura de seguridad laboral y para ello se analiza su cobertura en los principales medios de comunicación de prensa escrita, desde un año anterior a la publicación de la nueva ley y por un periodo de veinte años. Para ello se recogen todas las inserciones relacionadas y se analizan, encontrando diferentes tratamientos en función del diario. Tras una atención creciente, coincidiendo con los mayores índices de siniestralidad, se aprecia una tendencia claramente a la baja a partir de los años 2007 y 2008, con la entrada de la crisis económica.

Palabras clave: prensa, seguridad laboral, prevención, accidente laboral.

ABSTRACT

The spanish law 31/1995 on Prevention of Occupational Risks, transposed from european legislation, has tried to refocus the work culture in order to reduce the high levels of existing accidents. The new concepts of safe work has founded several difficulties and presented in official statistics variable results over time. Society should not be indifferent to this new culture of safety at work, and for that coverage is discussed in the mainstream spanish newspapers, from one year before the publication of the law and for a period of twenty years. All related news were analyzed, finding different treatments depending on the journal collected. After increasing attention, coinciding with the highest accident rates, a trend seen clearly downward from the years 2007 and 2008, with the entry of the economic crisis.

Keywords: journal, safety at work, prevention, accidents at work.

1. JUSTIFICACIÓN

La protección de la salud del trabajador en el ambiente laboral en el derecho español es una obligación y un derecho recogidos, tras la transposición de la Directiva Europea Marco 89-391-CEE, en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales. Tras unos años de ascenso de la siniestralidad laboral a partir de los años 2002-2003 comenzó a disminuir pero, sobre todo, fue tras el año 2007 con la entrada en una pro-

funda crisis económica y social, cuando se han trastocado todos los datos conocidos hasta entonces.

El objetivo de esta ponencia es mostrar la evolución de la tesis doctoral *in progress*, que tiene como fin analizar el papel de los medios de comunicación, particularmente de los cuatro principales medios de prensa escrita en España en su edición nacional, ante los cambios en las relaciones laborales con respecto a la seguridad y salud laboral y su accidentalidad. Los medios de comunicación pueden ofrecer los contenidos de forma que muestren un enfoque distinto ante ciertos temas, ya que el conjunto de lectores busca implicaciones a la vez directas, inmediatas y simultáneas [1]. La evolución es mostrada a través de la investigación y las distintas publicaciones realizadas hasta el momento, así como la exposición de los siguientes pasos que se van a realizar.

2. LA SINIESTRALIDAD LABORAL EN ESPAÑA

2.1. Antecedentes a la Ley de Prevención de 1995

Históricamente la siniestralidad laboral ha sido tratada desde el punto de vista curativo-paliativo, y nunca desde el preventivo, quedándose circunscrita a los ámbitos estratégicos para el país, como el ejército, las minas, la marina mercante y posteriormente la industria, principalmente la militar. La industrialización y los conflictos sociales del siglo XIX desembocaron en las primeras legislaciones del siglo XX, desde la Ley de 1900 hasta las más avanzadas proclamadas en la II República. Tras la Guerra Civil y la derogación de toda legislación anterior, la apertura franquista inició un nuevo sistema de relaciones laborales que desembocó en el Decreto 432/1971, donde ya no solo se trataba de prevenir, sino de además se manifestaba por “una acción más eficaz en defensa de la vida, integridad, salud y bienestar de los trabajadores” [2].

Con la llegada de la democracia de 1978 y la proclamación del Estatuto de los trabajadores en 1980, se esperó a una nueva ley de salud laboral. Dicha legislación llegó tras el ingreso en la Unión Europea con la Directiva 89-391-CEE en 1989, que obligaba a su transposición “a más tardar el 31 de diciembre de 1992” a los países miembros, lo que provocó un interminable proceso de reuniones y negociaciones que se extendió a lo largo del mandato de tres ministros de Trabajo. Las largas y difíciles negociaciones entre los distintos agentes sociales, que pasó por la formulación de cuatro borradores distintos de la Ley, provocó un retraso de dos años en su publicación respecto al plazo máximo fijado por la Directiva [3].

2.2. La Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales

La Ley 31/1995, de prevención de riesgos laborales, y su extenso desarrollo reglamentario ha transformado el marco jurídico y ha hecho enormes cambios de trascendencia en cuanto a conceptos, obligaciones y deberes para cada una de las partes implicadas en el mundo del trabajo. Se trata de una Ley que sienta las bases que permiten construir una nueva disciplina jurídica, al presentar características propias complementarias del Derecho del Trabajo.

Con la publicación de la Ley 31/1995 se cumple con la transposición de la Directiva Marco europea 89-391-CEE, que busca dar una respuesta eficaz al problema grave que suponen los accidentes y las enfermedades profesionales tanto en el tejido productivo como en la propia sociedad. Con estos nuevos enfoques no solo se busca

la prevención, sino identificar y eliminar los factores de riesgo que pueden poner en peligro a la salud de los trabajadores, desde un punto de vista público y privado, administrativo y contractual. Así se amplía los ámbitos de aplicación respecto a anteriores legislaciones, crea nuevos órganos de representación con funciones específicas y diseña nuevas infracciones y sanciones. Igualmente se le atribuyen nuevas competencias a nuevos organismos, especialmente al Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), donde se incluyen la investigación, elaboración de normas, la promoción de la prevención, la vigilancia epidemiológica y sus estadísticas [4].

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales de 1995 ha sido modificada posteriormente en el año 2003 y desarrollada para campos y sectores particulares a lo largo de los años, a través de Reales Decretos, como para el sector de la construcción, marítimo, puestos con pantallas de visualización de datos, ruido, sustancias químicas, biológicas, vibraciones y un largo etcétera.

2.3. Evolución de la siniestralidad

Tras la publicación en 1995 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y su entrada en vigor en 1996, se han producido cambios en la tipología de los riesgos laborales, consecuencia de las variaciones de la ocupación, población activa, magnitudes macroeconómicas, aumento de la relación entre asalariados y ocupados y un crecimiento económico que se alargó hasta casi la primera década del siglo XXI. Durante los años posteriores a su publicación el Producto Interior Bruto (PIB) de España creció constantemente, así como la población ocupada, pasando de 1994 de 12.207.500 trabajadores a 17.116.500 en 2004. Particularizando en el mismo rango de años, en el sector servicios se pasó de 7.367.000 ocupados a 11.040.100 y en la construcción de 1.117.100 a 2.058.700, pero bajando en los sectores agrícola e industrial. De todas formas estos cambios no justifican el incremento desde los 7.532.531 de accidentes con baja de 1996 a los 14.219.226 accidentes totales del año 2004, lo que supone una de las tasas más altas de siniestralidad de toda la Unión Europea [5].

El propio INSHT observó un incremento con la aparición de la nueva Ley en informes de los años 1999 y 2000, observando un 4% de incremento de accidentes declarados que no se publicaban anteriormente [6]. Por lo tanto la aparición de la Ley que perseguía reducir la alta siniestralidad en España, se encontró con un incremento de la siniestralidad.

Todo debe ser tenido en cuenta para estudiar la efectividad de la Ley de Prevención de Riesgos, que fue seguida de una fuerte expansión, sobre todo en los primeros años del siglo XXI, para llegar a una fuerte crisis al final de la primera década. Igualmente cabe destacar la diferencia entre los índices de accidentalidad entre los trabajadores con contrato fijo y temporal, triplicando los niveles los segundos respecto de los primeros, aspecto entendible al tener mucha menor experiencia y soler tener escasa formación. El año de entrada en vigor de la Ley de Prevención, 1996, se inició con un porcentaje de conversión de contratos temporales en fijos del 7%, cuando en 1987 era del 20% [7].

En el año 2001 el Gobierno de España encargó un informe, llamado popularmente como Informe Durán. El informe reflejó la mala tendencia en los datos de siniestralidad, por lo que los efectos esperados por la legislación de 1995 no fueron los esperados. En el mismo se hizo especial énfasis que no solo había que atender efectos normativos, sino que había otros factores que tenían mucha más influencia, y para ello

propuso 74 propuestas que afectaban a numerosos aspectos (estadísticos, económicos, jurídicos, sociológicos, institucionales y educativos). Ninguna propuesta por sí sola podría cambiar la situación, pero en global se establecía que podría mejorarla.

A partir del año 2002 los índices de siniestralidad (accidentes por cada mil trabajadores) comenzaron a bajar, justamente en un ciclo de bonanza económica, cuando normalmente se aumentan dichos índices, bajando mucho más bruscamente con el comienzo de la crisis económica a partir del año 2007 (que sí coincide con la teoría de aumentos de la accidentalidad en época de bonanza y de disminución en épocas de crisis).

3. LA SINIESTRALIDAD LABORAL EN LA PRENSA ESCRITA

3.1. Corpus de la investigación

Como señala Menéndez, “los medios de comunicación de masas se han convertido en un agente socializador tan importante como la familia o la escuela -incluso más- porque, de hecho, gran cantidad de personas conforman la realidad exclusivamente a través de ellos” [8]. De ahí que la pretensión de este trabajo sea la de analizar cómo se recogieron las informaciones relacionadas con la prevención y la accidentalidad laboral en cuatro diarios de tirada nacional y que ofrecen las cifras de tirada más altas en España: El País, El Mundo, ABC y La Vanguardia.

Esta investigación es una fase de una tesis doctoral *in progress*, que analiza la cobertura dada desde un punto de vista cuantitativo. El criterio de elección de estos cuatro rotativos responde a su número acreditado de lectores/as, tal como se ha publicado en artículo previo [9]. Según el Estudio General de Medios (EGM) de febrero de 2013 a noviembre de 2013, estos cuatro periódicos cuentan con una media de 1.812.000 lectores (El País), 1.107.000 (El Mundo), 752.000 (La Vanguardia) y 543.000 (ABC). Estas cifras los convierten en los cuatro rotativos de información general y ámbito nacional más leídos en España al final del periodo en estudio.

3.2. Metodología empleada

El análisis cuantitativo en la prensa diaria viene determinado principalmente por la metodología elaborada por el ya clásico texto de Kayser [10], donde propone ante el estudio de grandes periodos de tiempo un muestreo sobre unos determinados números. Esta metodología fue planteada en una época en la que los periódicos solo existían en formato papel, pero hoy día se encuentran informatizados y presentan herramientas de búsqueda sobre la totalidad de los artículos. Para determinar estos artículos se han planteado diferentes esquemas en función del sistema informático de búsqueda de hemeroteca.

- ABC, La Vanguardia y El Mundo: se buscan palabras y frases clave para encontrar las noticias relacionadas. Los términos empleados han sido (tanto en plural como en singular) “accidente laboral”, “accidente de trabajo”, “enfermedad profesional” y “prevención de riesgos laborales”.
- El País presenta un sistema análogo al de los restantes periódicos para su archivo impreso solo en el periodo 2010-2013, pero para toda su hemeroteca presenta búsquedas por temáticas, analizándose los siguientes: “riesgos laborales”, “accidentes laborales”, “siniestralidad laboral” y “seguridad la-

boral". El año 2001 en el diario El País no presenta resultados por búsqueda temática ya que no está catalogado, por lo que fue analizado por completo en todos sus números.

Tras la búsqueda de los diferentes términos sobre la hemeroteca se descartan las duplicidades, ya que una noticia puede contener varios de los términos buscados, y se clasifican los mismos según su ubicación. Siguiendo las directrices de Kayser [10], para poder comparar diferentes periódicos de ediciones múltiples se analiza la misma edición, la nacional.

4. RESULTADOS OBTENIDOS

La investigación, tras haber detectado 2.196 inserciones entre los cuatro diarios en sus ediciones nacionales, se ha centrado primeramente en la búsqueda histórica de la seguridad y salud en España, con principal referencia en el rango de años en estudio para ver el posible impacto de la nueva legislación preventiva, y posteriormente en el estudio cuantitativo de los datos encontrados en los periódicos. Resultado de dicho estudio se ha pasado a analizar los artículos clasificándolos en varios grupos:

- Accidentes laborales.
- Sentencias judiciales.
- Estadísticas de accidentalidad laboral.
- Opinión.
- Otros tipos de inserciones en los diarios.

Todos ellos han sido analizados históricamente en el periodo de estudio en función de:

- Categorías formales u objetivas: relación de artículos publicados, sección del periódico, tipo de página, fuentes informativas, géneros periodísticos empleados, autoría de las noticias, inclusión y tamaño de elementos gráficos.
- Categorías de análisis de contenido cualitativo: existencia o no de sensacionalismo, posibles asignaciones de culpabilidad en función de las fuentes o dependencia estadística frente a las distintas estadísticas de siniestralidad laboral en España en el mismo periodo.

Del desarrollo de este estudio se han realizado diversas publicaciones y ponencias, cuyas conclusiones principales se detallan en los siguientes subpuntos.

4.1. Número de inserciones y artículos por sección

El análisis de los cuatro principales periódicos sobre el tratamiento de la accidentalidad laboral y su prevención en el periodo 1994-2013, demuestra que el número de artículos se incrementa en los años en que existe mayor número de accidentes y de mortalidad laboral. Tras comenzar el descenso de los accidentes laborales a partir del año 2003 igualmente se reduce su atención en la prensa escrita. Se produce un descenso brusco del número de artículos relacionados a partir del año 2008, en el que comienza una crisis económica.

En toda la prensa se observa que los artículos se encuentran principalmente en la sección de Economía, a distancia se encuentran en otras secciones como Sociedad y España. El porcentaje de artículos de opinión es parecido en los cuatro medios analizados.

El periódico El País es el que más artículos dedica al tema con respecto a los demás periódicos estudiados hasta el año 2008, donde a partir de entonces se iguala con los demás. Igualmente es el que más atención le dedica en su sección Internacional. Por su parte La Vanguardia es el único que dedica una sección exclusiva, aunque de forma no periódica, a la siniestralidad laboral y su prevención.

4.2. Cambios desde la crisis económica a partir de 2007

El análisis de los cuatro principales medios de comunicación escrita sobre el tratamiento de la accidentalidad laboral y su prevención en el periodo 2008-2013 respecto a anteriores años, demuestra que el número de artículos dedicados a esta temática casi ha desaparecido.

Comparativamente en dicho periodo, la siniestralidad laboral ha disminuido en las estadísticas oficiales, debido a la menor actividad económica y menor cantidad de trabajadores en activo, pero un estudio más pormenorizado, a través de índices comparables y no en valores absolutos, muestra que el principal descenso en las bajas laborales en la siniestralidad se produce principalmente entre jóvenes, con contratos temporales, en empresas pequeñas y accidentes leves, pero no en personas de mayor edad, indefinidos, empresas grandes y accidentes graves. Igualmente se observa un aumento, que por primera vez supera a los siniestros con baja, de los accidentes sin baja laboral asociada. También se aprecia un aumento de bajas por causas comunes no profesionales a través de la Seguridad Social.

Las principales secciones que se ocupaban de la siniestralidad laboral y la prevención de riesgos, principalmente Economía, y en menor medida Sociedad, han ido viendo desaparecer sus artículos, quedando reducida la temática al área de España y otras secciones.

Con la llegada de la crisis, a la par que han descendido los niveles globales de accidentes laborales, los índices de siniestralidad (que son independientes de la población activa en cada momento) indican que las caídas de las bajas laborales no son iguales en todos los sectores. De la misma manera, el número de artículos periodísticos de este tipo de informaciones en los principales medios de comunicación escrita ha descendido, llegando casi a desaparecer. Solo, como contrapartida, las noticias son más grandes en su tamaño en tres de los cuatro periódicos estudiados (todos a excepción de La Vanguardia), destacando que tienen más fotografías, imágenes o gráficas acompañándolas.

4.3. Relación entre noticias de accidentes laborales y estadísticas oficiales por sector

El estudio del número de noticias de accidentes laborales con baja en el periodo 1994 a 2013 en los cuatro principales diarios de tirada en su edición nacional, frente a las estadísticas oficiales de accidentes y bajas por los principales sectores productivos, determina que los sectores no son representados de forma igual.

El sector de la minería aparece sobrerrepresentado en los cuatro diarios en el número de noticias publicadas respecto de su peso real sobre el número de accidentes y de muertes laborales, pero lo es sobre todo en el diario El País, que le otorga un porcentaje muy superior.

Por otro lado el sector de la construcción, el sector con mayor cantidad de muertes laborales, aparece sobrerrepresentado en ABC y La Vanguardia, mientras que El País está por debajo de sus porcentajes reales.

La industria aparece subrepresentada en líneas generales en los cuatro diarios, pero en un porcentaje cercano al que ofrecen las estadísticas, a excepción de ABC que lo ofrece bastante por debajo. El sector del transporte se aprecia subrepresentado en todos los diarios, al igual que los restantes sectores productivos.

El estudio estadístico para apreciar si el número de artículos en cada sector presenta variaciones dependientes de las estadísticas oficiales con el tiempo en el periodo en estudio determina que no existe relación temporal entre ambas variables. Únicamente el diario El País en los sectores de industria, construcción y transporte presenta correspondencia estadística frente a los datos de fallecidos laborales, y en el sector construcción con respecto a accidentes con baja. Por lo tanto, estadísticamente, la variación de las noticias de El País con los años se corresponde con el número de muertes laborales ocasionadas en el mismo periodo en la mayor parte de los sectores analizados, aunque no así con el de la minería, al que sobrerrepresenta y no sigue correspondencia estadística. Se puede deducir por tanto que la noticia sigue estando más en la fatalidad que del accidente laboral con baja.

El diario El País es el que presenta un porcentaje de fuentes más equilibradas en la mayoría de sectores productivos, entre sindicatos de trabajadores, patronal y administración.

5. INVESTIGACIONES FUTURAS

Tras la finalización del estudio cuantitativo de los artículos comprendidos en el periodo en estudio, se emprenderá la investigación desde un punto de vista cualitativo de algunos de los puntos tratados anteriormente. De esta forma se estudiará el tratamiento y enfoque dado a los artículos de cara a dictaminar si existen diferencias entre los distintos diarios y a lo largo del tiempo.

El estudio cualitativo se centrará en una selección de la muestra de la totalidad de artículos encontrados, donde más se detecte la aportación de los diarios y no en aquellos que sean un mero traspaso de información de la noticia procedente de agencias de noticias externas. Para ello, a través de metodologías de análisis de contenido, se tratará de encontrar evolución y diferencias en la superficie redaccional. A través de registros se realizarán categorizaciones, clasificaciones y frecuencias en los distintos textos de cara a analizar rigurosa y sistemáticamente la naturaleza de los mensajes en la comunicación.

REFERENCIAS

- [1] Kientz, A. (1976). Para analizar los Mass-Media. Editorial Fernando Torres Editor. Valencia (España). p. 106.
- [2] Molina, J.A. (2006). Historia de la Seguridad en el Trabajo en España. Ed. Junta de Castilla y León, Valladolid (España), p. 138.
- [3] Fernández, L. (2007). Las etapas hacia un concepto integral de la prevención de riesgos laborales (1971-1995). Historia de la Prevención de Riesgos Laborales en España. Ed. INSHT y Fundación Francisco Largo Caballero, Madrid (España), pp. 214-231.

- [4] Tudela, G. y Valdeolivas, Y. (2007), Configuración y principios del modelo español de prevención a partir de 1995, Historia de la Prevención de Riesgos Laborales en España, INSHT y Fundación Francisco Largo Caballero, Madrid, pp. 266-281.
- [5] Mora, A. (2005). Accidentalidad en España desde la Ley de Prevención: crecimiento y cambio ocupacional. La Mutua-Fraternidad, (12), p. 5.
- [6] Mora, A. (2005). Accidentalidad en España desde la Ley de Prevención: crecimiento y cambio ocupacional. La Mutua-Fraternidad. (12), p. 10.
- [7] Castejón, E. y Crespán, X. (2005), Accidentes de Trabajo: el porqué de todo, La Mutua-Fraternidad, 12, p. 75.
- [8] Menéndez, M. I. (2003). El 4º poder ¿un poder de mujeres?. Editorial Colectivu Milenta Muyeres, Oviedo, p. 13.
- [9] Arce, S. (2014). Análisis cuantitativo de la accidentalidad laboral en la prensa escrita (1994-2013). Contenidos innovadores en la universidad actual. McGraw Hill Education, Madrid, p. 91.
- [10] Kayser, J. (1979). El diario Francés. Editorial ATE, Barcelona, pp. 151-152.

LA UTILIZACIÓN DE OBRAS AJENAS CON FINES DOCENTES O DE INVESTIGACIÓN

MACARENA DIÉGUEZ MORÁN

Programa de Doctorado en Ciencias Jurídicas, Económicas y Sociales

RESUMEN

El estudio comienza con el análisis del conflicto que surge entre el titular de los derechos sobre la obra protegida por derecho de autor y quienes, con fines docentes o de investigación, pretenden hacer uso de las mismas, seguido de una breve referencia a las eventuales soluciones. A continuación se aborda el análisis de la actual regulación del límite de la ilustración con fines docentes y de investigación (artículo 32 TRLPI, apartados 3 y 4, recientemente modificados por la Ley 21/2014). Finalmente, se hace una referencia al derecho de cita (artículo 32.1 TRLPI), actualmente restringido a los fines docentes y de investigación, que interesa analizar en relación con los supuestos no amparados por la figura de la ilustración.

Palabras clave: Ilustración con fines docentes o de investigación, propiedad intelectual, derechos de autor, derecho de cita.

ABSTRACT

The study begins with the analysis of the conflict which occurs between the holder of the rights of the work protected by copyright and those who intend to use it, for instruction or research purposes, followed by a brief reference to possible solutions. Afterward, it is expounded the illustration for instruction and research, as an exception of copyright (article 32 TRLPI, sections 3 and 4, recently amended by Law 21/2014). It concludes with a reference to the regulation of quotation (article 32.1 TRLPI), currently restricted to instruction and research purposes; it must be analysed in relation to the assumptions not covered by the illustration.

Keywords: Copyright, quotation, illustration for instruction and research.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo del conocimiento se apoya siempre en los adelantos obtenidos por otros. En la actividad docente e investigadora, esto se traduce en la necesidad de utilizar obras ajenas para fundamentar, ilustrar la explicación realizada. De acuerdo con el régimen general del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual¹ (en adelante, TRLPI), el uso de las obras ajenas, por ser obras protegidas por derecho

¹ España. Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia (BOE núm. 97, de 22 de abril de 1996).

de autor, requiere la previa obtención de una autorización concedida por el titular de los derechos. Sin embargo, tradicionalmente se ha entendido que la docencia y la investigación son merecedoras de una especial tutela, y para garantizar que se puedan desarrollar sin necesidad de tener que solicitar continuamente el consentimiento, el legislador ha regulado, dentro de los límites al derecho de autor, la figura de la *ilustración con fines docentes o de investigación*.

El Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual contiene una regulación específica de la figura en los apartados 3 y 4 de su artículo 32. Sin embargo, al regular el derecho de cita, se refiere también a la necesidad de que ésta se haga con fines docentes o de investigación, lo que plantea si esta última puede servir de complemento a aquélla, amparando las actuaciones no protegidas por la ilustración por carecer de alguno de los requisitos impuestos por el legislador.

2. LOS SUJETOS AFECTADOS POR EL CONFLICTO

En la utilización de obras con fines docentes o de investigación, confluyen los intereses de dos partes: el autor de las obras protegidas —o el titular de los derechos, en el caso de que hayan sido cedidos— y la persona que hace uso de ellas y que, por razón de la finalidad docente o investigadora que reviste su actividad, pretende quedar inmunizado frente al derecho de exclusiva del autor.

2.1. El autor, titular de derechos

Por el mero hecho de la creación de la obra², el autor deviene titular de un conjunto de derechos de diversa naturaleza. En nuestra tradición, estos derechos se dividen en morales y patrimoniales. Los primeros se enumeran en el artículo 14 TRLPI, y se caracterizan por ser derechos irrenunciables e inalienables³, inseparables de la persona del autor con independencia del curso que sigan los derechos de explotación⁴. Lo propio de éstos últimos se encuentra en el derecho de exclusiva que confieren al autor sobre la utilización de su obra. En última instancia conllevan un premio al esfuerzo creativo, que se materializa en el pago de una cantidad de dinero por el uso realizado por un tercero. A diferencia de los derechos morales, los patrimoniales son esencialmente transmisibles, pero de forma independiente entre las cuatro modalidades de explotación que comprenden⁵: derecho de reproducción, de distribución, de comunicación pública y de transformación. La relevancia de esta matización se advierte en el momento en que es preciso obtener una autorización o licencia para el uso de la obra: ésta será concedida por quien ostente en ese momento la titularidad del derecho, y será él quien perciba las cantidades que deban ser satisfechas.

Estos derechos —morales y patrimoniales— se reconocen por igual a los autores de obras literarias, sonoras, audiovisuales, de carácter plástico o fotográfico y demás enumeradas en el artículo 10 TRLPI. Aquellos sujetos que han llevado a cabo una creación de menor entidad serán titulares, cuando así lo reconozca la Ley, de un de-

² Cfr. artículo 1 TRLPI.

³ Cfr. artículo 14 TRLPI.

⁴ La única excepción a esta inseparabilidad la constituye el ejercicio por parte de los derechohabientes del autor, al tiempo de su fallecimiento, de los derechos de paternidad, integridad y divulgación de la obra contemplada en el artículo 15 TRLPI.

⁵ Cfr. artículo 23 TRLPI.

recho conexo⁶; el alcance de su contenido será el que en cada caso la Ley determine. Es lo que ocurre, por ejemplo, con los artistas intérpretes o ejecutantes, los autores de fonogramas, grabaciones audiovisuales o los autores de meras fotografías.

2.2. Los sujetos que usan las obras con fines docentes o de investigación

Dentro de esta categoría se engloban una diversidad de sujetos aunados por la finalidad de su tarea, que consistirá bien en llevar a cabo trabajos pertenecientes o relativos a la enseñanza⁷, o bien en realizar actividades intelectuales y experimentales de modo sistemático con el propósito de aumentar los conocimientos sobre una determinada materia⁸. Puede darse el caso de que confluyan en una misma persona ambos fines, docente e investigador. Por su heterogeneidad, resulta conveniente clasificar los sujetos descritos, que pretenderán ser beneficiarios del límite.

En primer lugar, el personal dedicado profesionalmente a la docencia, a la investigación, o a ambas. Este colectivo ocupa una posición destacada, pues el uso de obras ajenas no es para ellos algo esporádico, puntual, sino ordinario; para el adecuado ejercicio de su función necesitan apoyarse en los conocimientos previamente desarrollados por otros autores. Para ellos, el respeto al derecho exclusivo del autor se revela como un freno a su actuación. De ahí que el legislador reconozca en su favor el límite de la *ilustración de la enseñanza*.

Sin embargo, no todo sujeto dedicado profesionalmente a estas actividades será beneficiario del límite, sino que solamente disfrutarán del mismo, como se verá, «el profesorado de la educación reglada impartida en centros integrados en el sistema educativo español y el personal de Universidades y Organismos Públicos de investigación en sus funciones de investigación científica»⁹. Esto hace necesario distinguir un segundo grupo de sujetos con pretensión al límite: aquellos que, con una dedicación profesional a tareas docentes o investigadoras, no cumplan con los requisitos impuestos por el legislador.

En tercer lugar, los alumnos. Normalmente serán destinatarios de las tareas de enseñanza, pero con frecuencia necesitarán también servirse de obras ajenas para el desempeño de su cometido: elaboración y exposición de trabajos en el aula, por ejemplo.

En cuarto lugar, todos aquellos sujetos que, eventualmente, llevan a cabo una actividad docente o de investigación. Este último grupo estaría integrado por conferenciantes, redactores de prensa de investigación, escritores, y en general por todas aquellas personas que se dedican profesionalmente a tareas distintas de la enseñanza o la investigación, pero que puntualmente realizan actos con estas finalidades. ¿Perseguir esta finalidad es suficiente para ser beneficiario de la excepción?

3. POSIBLES SOLUCIONES AL CONFLICTO

Una vez presentados los sujetos intervinientes y los motivos que fundamentan sus pretensiones –el derecho de exclusiva por parte del titular; la finalidad docente o

⁶ A los derechos conexos se dedica el Libro Segundo del TRLPI.

⁷ Cfr. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2014). *Diccionario...*, cit., voz «docente».

⁸ Cfr. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2014). *Diccionario...*, cit., voz «investigar».

⁹ Artículo 32.3 TRLPI.

investigadora por la contraparte—, procede plantearse el modo de articular los intereses enfrentados. En síntesis, se presentan tres formas de resolverlo.

La primera propuesta consiste en hacer prevalecer de manera radical el interés general, el derecho a la educación y la difusión del conocimiento, sobre el interés particular, el derecho de exclusiva del autor. Profesores, expertos, investigadores, alumnos... todo aquel que persiguiese una finalidad docente o investigadora podría servirse, sin discriminación, de las obras ajenas. Aunque en un plano especulativo esta postura podría considerarse aceptable, tiene pocas posibilidades de prosperar en la práctica: implica la derogación del estatuto del autor y la eliminación de todo incentivo a la creación intelectual o artística.

La segunda solución aboga por la protección absoluta de los derechos de autor. La finalidad docente o investigadora no se estima suficiente justificación para la derogación, si bien parcial, del derecho exclusivo ligado a la creación de la obra. En la actualidad será difícil encontrar esta solución, por la regulación que de la ilustración de la enseñanza se hace en el artículo 10.2 del Convenio de Berna¹⁰ (en adelante, CB) y en la Directiva 2001/29/CE de derechos de autor en la sociedad de la información¹¹ (artículo 5.3.a).

Ante la insuficiencia de las dos posturas anteriores, se concluye la necesidad de establecer un sistema mixto: el uso de la obra con fines docentes o de investigación será libre dentro de ciertos límites; más allá de éstos, se aplica el régimen general y procede abonar al autor las cantidades que en cada caso correspondan.

Este último sistema, no exento de inconvenientes, es el seguido por nuestro legislador.

4. EL SISTEMA DEL TRLPI

El TRLPI contempla, en tres apartados del artículo 32, la utilización de obras con fines docentes o de investigación: el apartado primero en el marco de la regulación del *derecho de cita*; los apartados tercero y cuarto, regulando la *ilustración de la enseñanza*. La duplicidad de regulación responde a motivos de carácter histórico.

La regulación del derecho de cita se encontraba ya en el primer inciso del artículo 32 de la Ley de Propiedad Intelectual de 1987¹², con una redacción que ha llegado casi inalterada hasta nuestros días¹³. En cambio, la ilustración de la enseñanza es de más reciente incorporación; es fruto de la transposición de la Directiva 2001/29/CE de

¹⁰ Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. Convenio para la Protección de las Obras Literarias y Artísticas, firmado en Berna el 9 de septiembre de 1886 y enmendado el 28 de septiembre de 1979. Disponible en http://www.wipo.int/treaties/es/text.jsp?file_id=283700 [consultado el 23 de octubre de 2015].

¹¹ Unión Europea. Directiva 2001/29/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de mayo de 2001 relativa a la armonización de determinados aspectos de los derechos de autor y derechos afines a los derechos de autor en la sociedad de la información. Diario Oficial de las Comunidades Europeas L167, 22 de junio de 2001, pp. 10-19.

¹² España. Ley 22/1987, de 11 de noviembre, de Propiedad Intelectual (BOE núm. 275, de 17 de noviembre de 1987).

¹³ La única modificación consistió en la supresión del término «o análogo» que completaba la enumeración de la naturaleza de las obras susceptibles de ser usadas de forma aislada al amparo de la cita.

derechos de autor en la sociedad de la información operada por la Ley 23/2006¹⁴. La última reforma del TRLPI, en 2014¹⁵, ha modificado la regulación de este límite, hoy desarrollado en dos apartados, el tercero y el cuarto, del artículo 32 TRLPI.

La actividad de la ilustración de la enseñanza se entendía contenida en la regulación del derecho de cita, por referirse éste a la utilización de las obras con fines docentes o de investigación. Sin embargo, al regularse de forma específica el uso de obras con estas finalidades a través de la ilustración de la enseñanza, se mantuvo, entre las condiciones necesarias para la existencia de la cita, la referencia a los fines docentes o de investigación. A juicio de gran parte de la doctrina, como se verá, este inciso debería ser suprimido.

Sea cual sea el destino de este inciso en el futuro, lo cierto es que en la actualidad el artículo 32 TRLPI contempla la posibilidad de usar las obras ajenas con fines docentes o de investigación en dos supuestos. Merecen un estudio separado.

4.1. La ilustración con fines docentes o de investigación

Al regular esta figura, el legislador está pensando en un supuesto de hecho específico: el profesor que, en el desempeño de su labor, necesita, por ejemplo, leer un texto que fundamente su explicación, o proyectar un vídeo que permita comprender una parte de la materia tratada en el aula, o mostrar una fotografía de una escultura en la que se plasman los rasgos del movimiento artístico estudiado. A partir de la reforma de 2014, se incluye también al investigador que realiza actos similares con el fin de transmitir el objeto o resultados de su investigación.

El régimen del TRLPI se podría calificar de *escalonado*, pues el uso de obras ajenas se proclama libre, sujeto a condiciones o sometido al régimen general en función, básicamente, del sujeto que realice la actuación, de la naturaleza de la obra utilizada y de la extensión del fragmento empleado. Se expondrán en primer lugar los elementos comunes a todos los supuestos, para analizar después los requisitos necesarios para que la ilustración sea libre, remunerada o sujeta al régimen general.

Las condiciones para que exista ilustración con fines docentes o de investigación son las siguientes:

1. Deben respetarse los derechos morales del autor. El uso de las obras ajenas no puede vulnerar el derecho que corresponde al autor de decidir si la obra ha de ser o no divulgada (artículo 14.1 TRLPI), de ahí que se exija que lo haya sido con anterioridad (artículo 32.3.b) TRLPI). Además, debe respetarse el derecho de paternidad del autor (artículo 14.3 TRLPI) haciendo constar el nombre del autor y la fuente, salvo que resulte imposible (por tratarse de obra anónima, faltar la indicación del nombre en la fuente, o por cualquier otro motivo).

¹⁴ España. Ley 23/2006, de 7 de julio, por la que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril. Boletín Oficial del Estado, 8 de julio de 2006, núm. 162, pp. 25561-25572.

¹⁵ Operada por la Ley 21/2014 (España. Ley 21/2014, de 4 de noviembre, por la que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, y la Ley 1/2000, de 7 de enero, de Enjuiciamiento Civil. Boletín Oficial del Estado, 5 de noviembre de 2014, núm. 268, pp. 90404-90439).

2. La finalidad de la utilización de obras ajenas se define por una doble vía, de eliminación y de inclusión¹⁶. El descarte de la finalidad comercial supone una reiteración innecesaria por resultar incompatible con la finalidad ilustrativa, ya sea en la enseñanza o en la investigación¹⁷. Se podría definir la ilustración como la actividad por la que el docente o investigador aclara los contenidos transmitidos en el ejercicio de su actividad, dando luz al entendimiento mediante el empleo de imágenes o palabras¹⁸.
3. Los actos pueden desarrollarse tanto en la enseñanza presencial como en la enseñanza a distancia¹⁹. Se trata de una de las novedades introducidas por la Ley 21/2014 más elogiadas por la doctrina. Responde a la necesidad de adaptarse al desarrollo de las tecnologías y, paralelamente, al nacimiento de nuevas formas de aprendizaje y difusión del conocimiento. Cada vez están más extendidas las enseñanzas a distancia, donde el aula tradicional se traslada a una plataforma virtual, superando las barreras de tiempo –se extiende a las 24 horas del día– y de espacio –en cualquier lugar donde el alumno se encuentre–. Pero no se trata de una característica exclusiva de la enseñanza a distancia; en la actualidad, toda enseñanza presencial cuenta con el apoyo de un campus virtual.

Una vez analizados los requisitos para calificar, en sentido general, determinada actividad como *ilustración de la docencia o de la investigación*, es preciso retomar el inicio de esta sección para distinguir los supuestos en los que el uso de las obras ajenas será completamente libre de aquellos otros en los que se requerirá el abono de una remuneración o la obtención de una licencia.

4.1.1. Libre utilización de obras ajenas en la ilustración

Para disfrutar plenamente del límite de la ilustración de la docencia o de la investigación, sin necesidad de obtener autorización del titular de los derechos ni de abonar a éste una remuneración, es preciso que se cumplan tres requisitos: que el sujeto que realice estos actos se ajuste a un perfil específico, que el fragmento utilizado pueda calificarse de *pequeño*, y que la obra de la que se extrae ese pequeño fragmento no tenga la condición de libro de texto, manual universitario o publicación asimilada (cfr. artículo 32.3 TRLPI).

Los sujetos que pretendan servirse de obras ajenas con estos fines deben ser, bien el profesorado de la educación reglada impartida en centros integrados en el sistema educativo español, bien el personal de Universidades y Organismos Públicos de investigación en sus funciones de investigación científica.

Por educación reglada se entiende toda aquella que conduce a la obtención de un título oficial²⁰. Por tanto, quedan excluidos los profesores de la enseñanza no oficial

¹⁶ Cfr. artículo 32 TRLPI, apartados 3.a) y 4.a).

¹⁷ Así, el Considerando 42 de la Directiva 2001/29/CE prevé que «la naturaleza no comercial de la actividad de que se trate debe venir dada por la actividad en sí. La estructura institucional y los medios de financiación de la entidad de que se trate no son los factores decisivos a este respecto». Difícilmente la actividad docente o investigadora será una actividad en sí misma comercial.

¹⁸ Cfr. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2014). *Diccionario...*, cit., voz «ilustrar».

¹⁹ Cfr. artículo 32 TRLPI, apartados 3.a) y 4.c)

²⁰ Así lo entiende CÁMARA, P., *El límite...*, cit., p. 119.

–en academias, pero también el profesorado de títulos propios de universidades–, el personal de organismos de investigación privados²¹, así como todos aquellos que no reúnan estrictamente estas condiciones.

A título de ejemplo, el profesor de una universidad extranjera –evidentemente no integrada en el sistema educativo español–, invitado a impartir un curso, una conferencia, en una universidad española quedará excluido del beneficio. De este modo se obstaculiza, en la era de la globalización, la transferencia del conocimiento.

El criterio de utilizar únicamente *pequeños fragmentos* está pensado para las obras literarias, escritas. Sin embargo, la fragmentación de obras de carácter plástico –un cuadro, una escultura,...– o fotográfico podría atentar contra el derecho moral del autor de exigir el respeto a la integridad de la obra (cfr. artículo 14.4 TRLPI). Este es el motivo por el que, para este tipo de obras, se permite su utilización íntegra –«obras aisladas» (artículo 32.3 TRLPI en su inciso inicial)–.

La exclusión de los libros de texto y manuales universitarios se justifica por el interés de las editoriales de sacar el mayor rendimiento de las obras. Los destinatarios de estas obras son, en su mayoría, los alumnos, en cualquiera de los niveles de enseñanza²²: escolar, universitaria... Permitir a éstos disfrutar libremente de este tipo de obras podría generar una disminución en las ventas, con el riesgo de vulnerar la regla de los tres pasos que conforme al artículo 9.2 del CB debe respetar todo límite al derecho de autor²³. Sin embargo, el legislador es consciente de que el uso de *pequeños fragmentos*, aunque se extraigan de este tipo de obras, difícilmente va a afectar a su explotación. Así, regula dos excepciones a la exclusión de los libros de texto y manuales universitarios; dos supuestos en los que, aun tratándose de este tipo de obras, la utilización de *pequeños fragmentos* no está sujeta a la autorización del titular o al abono a éste de una remuneración.

La primera excepción está pensada para la ilustración con fines de enseñanza, por la referencia que contiene a los alumnos como sujetos destinatarios del acto. Presenta una redacción un tanto defectuosa. Parece que el legislador se refiere a la proyección de una presentación *power point* o similar durante el desarrollo de la clase, en la que el profesor incluye un pequeño fragmento de un libro de texto, manual universitario o publicación asimilada²⁴.

La segunda excepción, en cambio, se aplica en el ámbito de la investigación. Se permite la distribución de copias de este tipo de obras entre el personal colaborador de cada proyecto específico. Sin embargo, pocas veces se servirá un investigador de manuales universitarios –mucho menos de libros de texto– para fundamentar su investigación; lo más frecuente será que recurra a artículos doctrinales o publicaciones

²¹ Define los Organismos Públicos de Investigación el artículo 47 de la Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (España. Ley 14/2011, de 1 de junio, de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Boletín Oficial del Estado núm. 131, 2 de junio de 2011, pp. 54387-54455). El apartado segundo del mismo artículo enumera los Organismos Públicos de Investigación.

²² Así lo reconoce, aunque con redacción poco clara, el mismo artículo 32.3 TRLPI al definirlos como: «cualquier publicación, impresa o susceptible de serlo, editada con el fin de ser empleada como recurso o material del profesorado o el alumnado de la educación reglada para facilitar el proceso de la enseñanza o aprendizaje».

²³ En particular podría suponer el incumplimiento de la segunda y tercera regla: no atentar a la explotación normal de la obra ni causar un perjuicio injustificado a los intereses legítimos del autor.

²⁴ El mismo supuesto contempla CÁMARA, P., *El límite...*, cit., p. 123.

semejantes. De ahí que CÁMARA lo considere «un límite prácticamente inoperante en este punto»²⁵.

4.1.2. Ilustración a cambio de remuneración

Existe un segundo grupo de supuestos en los que el profesorado y el personal investigador podrán utilizar obras ajenas en el desempeño de sus funciones sin necesidad de obtener autorización del titular de los derechos, pero abonando una remuneración equitativa. Para ello, será necesario que el acto reúna las siguientes condiciones.

En primer lugar, que la porción de obra ajena empleada no exceda de «un capítulo de un libro, artículo de una revista o extensión equivalente respecto de una publicación asimilada». Para el caso en que la estructura de la obra no permita aplicar esta regla –por no estar dividida en capítulos o artículos; por ejemplo, una monografía de breve extensión–, se prevé un criterio de más fácil cuantificación: «extensión asimilable al 10 por ciento del total de la obra». Es importante el calificativo *asimilable*: el límite debe aplicarse con cierta flexibilidad para evitar situaciones contrarias a toda lógica, donde se reproduzcan, por ejemplo, las cuatro quintas partes de un artículo. Por otra parte, y para evitar abusos, precisa el legislador que el 10% deberá calcularse en relación con el conjunto de actos de reproducción de una misma obra que se hayan llevado a cabo.

En segundo lugar, la exclusión de los libros de texto, manuales universitarios o publicaciones asimiladas debe aplicarse también a este caso. Así lo interpreta la doctrina²⁶, ante la omisión de toda referencia a este tipo de obras en el apartado cuarto y la alusión a artículos de revistas y capítulos de libros. Estos últimos serán monografías, estudios doctrinales y toda obra científica de mayor calado que un mero manual universitario.

En tercer lugar, los sujetos amparados por el límite se restringen al «personal» de «universidades o centros públicos de investigación» (artículo 32.4.c) TRLPI). Se suprime la referencia al profesorado de la educación reglada en consonancia con la exclusión de los libros de texto.

Por último se establece un requisito alternativo en función de si el acto consiste en la distribución de copias o la comunicación pública parcial de las obras (artículo 32.4.d) TRLPI). En ambos casos, la finalidad del legislador es asegurar que las obras no salgan del círculo de destinatarios ordinarios: sólo podrán acceder a las copias distribuidas o comunicadas públicamente los alumnos y el personal docente o investigador²⁷.

²⁵ CÁMARA, P., *El límite...*, cit., p. 124.

²⁶ CÁMARA recuerda que «el artículo 52.a) de la ley alemana de derechos de autor exige en todo caso autorización de los titulares de derechos, para el empleo de obras dirigidas a la enseñanza» (CÁMARA, P., *El límite...*, cit., pp. 126-127).

²⁷ Para lograr esta finalidad, el legislador se extiende en la aclaración:

- 1.º Que la distribución de las copias parciales se efectúe exclusivamente entre los alumnos y personal docente o investigador del mismo centro en el que se efectúa la reproducción.
- 2.º Que sólo los alumnos y el personal docente o investigador del centro en el que se efectúe la reproducción parcial de la obra puedan tener acceso a la misma a través de los actos de comunicación pública autorizados en el presente apartado, llevándose a cabo la puesta a disposición a través de las redes internas y cerradas a las que únicamente puedan acceder esos beneficiarios o en el marco de un programa de educación a distancia ofertado por dicho centro docente» (artículo 32.4.d) TRLPI).

El cumplimiento de estos cuatro requisitos facultará al personal de universidades y centros públicos de investigación para servirse de obras ajenas en el desempeño de su ocupación. Podrán hacerlo sin necesidad de obtener autorización de cada titular, pero deberán abonar una remuneración equitativa. El pago de esta remuneración se articula a través de las entidades de gestión. Al tratarse de obras escritas –impresas o digitales–, la gestión corresponde a CEDRO, que prevé, en la actualidad, una tarifa de 4,12 € por fotocopia y de 5 € por puesta a disposición en la intranet, aplicable, en ambos casos, por alumno y por año académico²⁸.

Para terminar, es preciso referirnos al último inciso del apartado 4: contempla dos supuestos que en un principio deberían estar sujetos al pago de la remuneración, pero quedan exceptuados: bien porque ha mediado acuerdo con el titular de los derechos, bien porque la universidad u organismo de investigación ostenta la titularidad de los derechos de propiedad intelectual sobre las obras utilizadas. Se trata de dos excepciones problemáticas. Por un lado, porque en la práctica el importe de la tarifa abonada a CEDRO no se verá reducida por el hecho de que concurra alguna de estas excepciones. Por otra parte, porque la enumeración es incompleta, pues la utilización de obras publicadas en *Open Access* tampoco exigirá el pago de la remuneración. Por último, porque alude al tema de la titularidad de los derechos sobre obras generadas en la universidad, tan polémica a raíz del artículo 54.2 de la Ley de Economía Sostenible²⁹. Es imposible detenerse aquí en la resolución de esta última cuestión apuntada, pero cabe indicar que, a diferencia de lo que puede ocurrir con los derechos de propiedad industrial, los de propiedad intelectual pertenecen a los profesores o investigadores³⁰.

4.1.3. Supuestos cercanos a la ilustración que no cumplen con los requisitos legales

Para terminar con este apartado, es preciso referirse a aquellos supuestos que, aun reuniendo las tres condiciones analizadas al principio –finalidad docente o investigadora, respeto de los derechos morales, enseñanza presencial o a distancia–, no pueden ser calificadas estrictamente de *ilustración*, por carecer de los requisitos adicionales impuestos por el legislador. Así, más que un tercer supuesto de ilustración, se trata de actos sujetos al régimen general previsto para el derecho de autor: la utilización de las obras corresponde en exclusiva al titular de los derechos, y sólo él podrá autorizar su uso, a cambio de la correspondiente contraprestación –habitualmente obteniendo licencia de la entidad de gestión, en este caso, de CEDRO–.

Por ejemplo, se incluye en este supuesto la utilización de un pequeño fragmento con fines de ilustración de la investigación, desarrollada por el personal de un organismo *privado* de investigación.

Se quiere destacar con este epígrafe la existencia de casos que se sitúan en la frontera del amparo del límite, casos que podrían gozar del beneficio, pero que, por

²⁸ Según la información que consta en su página web: <https://www.conlicencia.com/licencia-anual/ensenanza/ense-zauniversitaria> [consultado el 21 de octubre de 2015].

²⁹ España. Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible. Boletín Oficial del Estado núm. 55, 5 de marzo de 2011, pp. 25033-25235.

³⁰ Para una visión conjunta del problema y las posibles soluciones, DE ROMÁN, R., *Propiedad intelectual...*, cit., pp. 103-141; LÓPEZ, E., *Investigación...*, cit., pp. 69-94.

faltar alguno de los exhaustivos requisitos previstos por el legislador, quedan totalmente desprotegidos. En ellos concurre el mismo fundamento que justifica la protección –la difusión del conocimiento, el derecho a la educación...–, de modo que también aquí se corre el riesgo de obstaculizar la enseñanza, la investigación, que es precisamente lo que pretendía evitar el límite estudiado.

Sin embargo, en nuestro Derecho existe una alternativa en la que estos supuestos podrían buscar amparo. Como se indicó *supra*, el apartado primero del artículo 32 TRLPI, regulando el derecho de cita, exige la presencia de una finalidad docente o investigadora.

4.2. El derecho de cita

Frente a la relativa novedad que el límite de la ilustración con fines docentes o investigadores presenta en nuestro ordenamiento³¹, el derecho de cita estaba presente ya en la Ley de Propiedad Intelectual de 10 de enero de 1879³². Sobre la cita se ha dicho que «une a los hombres en una misma comunidad de cultura. La referencia a una obra anterior proporciona una indispensable transmisión de ideas [...] En tanto que referencia, es referencia a una autoridad y como tal es portadora de una parcela de poder»³³.

La razón de ser de la cita difiere de la que fundamenta la ilustración de la enseñanza. Pero no se trata de hacer aquí un estudio detenido de la figura, sino de analizar hasta qué punto la exigencia de que la cita tenga finalidad docente o investigadora puede hacer que sirva de complemento a la ilustración de la enseñanza o de la investigación.

Existe, en primer lugar, una diferencia fundamental entre ambas figuras: la forma en la que se lleva a cabo la utilización de la obra ajena. En la ilustración³⁴, el uso amparado por el límite consiste en la reproducción –fijación, cambio de soporte de la obra³⁵–, distribución –reparto de copias³⁶– o comunicación pública³⁷ de la obra. Resulta evidente que cualquiera de estos actos son los que realiza, por ejemplo, un

³¹ El artículo 10.2 del Convenio de Berna ya había permitido a los Estados firmantes la regulación de este límite. Sin embargo, en España se introdujo en virtud de la Ley 23/2006, a raíz de la transposición de la Directiva 2001/29/CE; sigue, por tanto, las directrices marcadas por ésta.

³² En este sentido, SANJUÁN, N., *La nueva...*, cit., p. 61. Lo mismo ha entendido nuestro Tribunal Supremo: «la cita constituye un límite antiguo en nuestro ordenamiento, pues aparecía ya en el artículo 7 de la Ley de propiedad intelectual de 10 de enero de 1879» (España. Tribunal Supremo (Sala de lo Civil, Sección 1ª). Sentencia núm. 794/2012 de 9 de enero)

³³ BOCHURBERG, L., *Droit de citation...*, cit. p. 1

³⁴ Conforme a los apartados 3 y 4, incisos iniciales, del artículo 32 TRLPI.

³⁵ El artículo 18 TRLPI define la reproducción como «la fijación directa o indirecta, provisional o permanente, por cualquier medio y en cualquier forma, de toda la obra o de parte de ella, que permita su comunicación o la obtención de copias».

³⁶ Según el artículo 19.1 TRLPI: «La puesta a disposición del público del original o de las copias de la obra, en un soporte tangible, mediante su venta, alquiler, préstamo o de cualquier otra forma».

³⁷ El artículo 20.1 TRLPI la define del siguiente modo: «Todo acto por el cual una pluralidad de personas pueda tener acceso a la obra sin previa distribución de ejemplares a cada una de ellas». De acuerdo con el apartado 2.i) se incluye en este concepto la puesta a disposición de la obra por medio de Internet («por procedimientos alámbricos o inalámbricos, de tal forma que cualquier persona pueda acceder a ellas desde el lugar y en el momento que elija»).

profesor al impartir una clase: la lectura de una obra –reproducción–, el reparto de fotocopias –distribución–, la proyección de una imagen –comunicación pública–.

En cambio, la cita se configura como la incorporación de la obra citada a la obra principal que cita³⁸; implica la existencia de dos obras protegidas por derecho de autor. Así se infiere del inciso inicial del apartado 1 del artículo 32: «Es lícita la inclusión en una obra propia...». En cierto modo, el profesor o investigador realiza una incorporación de una obra ajena, pero ¿podría calificarse de *obra propia* la clase, el seminario de investigación, la conferencia, o incluso el debate entre alumnos?

Sería preciso analizar cada uno de los casos por separado, y examinar si concurren los requisitos generales previstos en el TRLPI para la existencia de una obra susceptible de ser protegida por derechos de autor: originalidad, expresión por cualquier medio... A primera vista, no tiene la misma *altura creativa* una conferencia y un debate entre alumnos.

Un estudio de la jurisprudencia permite concluir que, en términos generales, los actos de ilustración no amparados por los apartados 3 y 4 del artículo 32 TRLPI, podrán tener cobijo en su apartado 1. Y es que con anterioridad a la reforma de 2006, que introdujo la específica regulación de la ilustración de la enseñanza, diversas sentencias la incluían en la regulación de la cita.

Ejemplo de ello es la Sentencia de la Audiencia Provincial de Barcelona de 31 de octubre de 2002: «*no hay razón para no incluir en la cita la reproducción que se efectúa con fines de ilustración*, con obra plástica ajena, de la obra propia, si es que; claro está, se cumplen los demás requisitos que son precisos para justificarla, entre ellos, la causa de docencia o investigación y la proporcionalidad»³⁹.

Este requisito de la proporcionalidad está presente en el artículo 32.1 TRLPI al exigir el uso de *fragmentos* –salvo que se trate de obras de carácter plástico o fotográfico figurativo; podrán usarse *obras aisladas*–, pero también al imponer que la utilización se haga *en la medida justificada* por el fin de la incorporación. Se trata de evitar excesos en el uso de obras ajenas que pudieran ampararse en el derecho de cita.

Aunque no lo menciona la sentencia citada, otro requisito es el respeto a los derechos morales del autor, especialmente al derecho a decidir la divulgación (artículo 14.1 TRLPI) y a exigir el reconocimiento de su autoría (artículo 14.3 TRLPI), a los que ya se hizo referencia en el apartado referido a la ilustración.

Los usos amparados por el derecho de cita no requieren la previa autorización del titular ni el abono de remuneración alguna. De ahí el interés que presenta esta figura, sobre todo a partir de la imposición de la obligación de pagar una remuneración equitativa por la Ley 21/2014, en el segundo supuesto analizado de la ilustración con fines docentes y de investigación.

³⁸ En francés se utiliza la expresión *œuvre citant* para referirse a la obra principal. La traducción es imposible al castellano, por no contemplarse el participio presente del verbo citar.

³⁹ España. Audiencia Provincial de Barcelona (sección 15ª). Sentencia de 31 de octubre de 2002, Fundamento de Derecho Octavo (el subrayado es mío). A continuación, con carácter *obiter dicta* pero no por ello con menor trascendencia, afirma: «Esa interpretación lleva a considerar que el legislador español ha hecho uso positivamente, bien que no de modo expreso, de la facultad a que se refieren los artículos 10.2 del Convenio de Berna y 5.3.a de la Directiva 2.001/29/CE, al regular como lícita, en la medida justificada por el fin perseguido, la reproducción de las obras literarias o artísticas, a título de ilustración de la enseñanza por medio, entre otros, de publicaciones»

5. CONCLUSIONES

Se han expuesto las opciones que confiere nuestro ordenamiento para excluir en mayor o menor medida de la esfera de dominio del autor aquellos actos que persiguen estrictamente una finalidad docente o investigadora y que de no gozar de este amparo se verían obstaculizados. Pero la tarea no acaba aquí; es preciso enjuiciar el sistema seguido por nuestro legislador para terminar con una doble propuesta.

La primera crítica se refiere al doble procedimiento de protección. Si el derecho de cita puede proteger los supuestos de ilustración no amparados por los apartados 3 y 4 del artículo 32 TRLPI, se corre el riesgo de desnaturalizar, en primer lugar, el mismo concepto de la cita, y de realizar una interpretación extensiva del límite de la ilustración. Esto último presenta un mayor peligro por contravenir una regla fundamental en materia de límites al derecho de autor: deben ser objeto de una interpretación restrictiva (cfr. artículo 40 bis TRLPI y 9.2 CB).

En segundo lugar, presenta gran complejidad la redacción actual de los apartados 3 y 4 del artículo 32 TRLPI. Algunos aspectos han sido aludidos en el presente trabajo —como lo relativo a la titularidad de derechos de propiedad intelectual por parte de las universidades—, pero quedan otros muchos que por razones de espacio es imposible estudiar aquí: la falta de precisión en los términos —«publicaciones asimiladas», «actos de reproducción para la comunicación pública, incluyendo el propio acto de comunicación pública»,...—, la ineficacia de los incisos aclaratorios —los referidos a los pequeños fragmentos y al concepto de libro de texto, manual universitario o publicación asimilada,...—, la engorrosa redacción de algunos párrafos, que dificulta la comprensión del supuesto regulado por el legislador —el mejor ejemplo, el último inciso del apartado 4—, y en general la extensión de la redacción, que más que aclarar, complica la acotación del límite.

En tercer lugar, la exigencia de que la cita se haga con una finalidad docente o investigadora ha sido calificada de «reduccionismo interpretativo poco razonable e injustificado»⁴⁰. Esta afirmación es anterior a 2006. Ahora que existe una figura autónoma para proteger la ilustración con fines docentes e investigadores, ¿qué sentido tiene mantener esta restricción en el derecho de cita⁴¹? En sí misma, la cita es la anotación o mención de un texto que se alega en lo que se dice o escribe⁴², y puede hacerse con distintas finalidades: crítica, polémica, pedagógica, científica, de información⁴³.

Como consecuencia de lo anterior, es preciso proponer, en primer lugar, la supresión del inciso «con fines docentes o de investigación» que figura en el apartado 1 del artículo 32 TRLPI, a fin de amparar pequeños usos de la obra que resultan inofensivos para el titular del derecho y que son comúnmente considerados como auténtica cita. Con la supresión que se propone se consigue además otro efecto: suprimir el posible doble régimen de protección de la ilustración con fines docentes o de investigación, que produciría la indeseable dilatación del ámbito de aplicación de éste.

⁴⁰ LLEDÓ, F., *Comentario...*, cit., p. 526.

⁴¹ En este sentido, CASAS indica que esta exigencia finalista «es más propia del límite de ilustración de la enseñanza e investigación que de la cita» (CASAS, *La transposición...*, cit., p. 13).

⁴² Cfr. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2014). *Diccionario...*, cit., voz «citar».

⁴³ Según la enumeración que hace el Derecho francés para las citas (artículo L 122-5.3º a) Code de propriété intellectuelle).

La segunda propuesta se refiere a los apartados 3 y 4 del artículo 32 TRLPI: simplificar la redacción, y adoptar en ella un método objetivo de acotación del límite. Lo decisivo para que el acto se beneficie del límite no debe ser tanto la categoría de las personas que intervienen en él, o quiénes son los destinatarios, sino más bien que se lleve a cabo una auténtica ilustración de la docencia o la investigación. Debe perfilarse con claridad en qué consiste esta actividad. Parece que esta orientación es la seguida en la actualidad por el Parlamento Europeo. En el punto 51 de la resolución adoptada el 9 de julio de este mismo año, se lee:

«Solicita una excepción para fines de investigación y educación, que debería incluir no solo los centros educativos sino también las *actividades acreditadas de investigación o educación*, incluidas las actividades en línea y transfronterizas, *relacionadas con una institución o un centro educativos* reconocidos por las autoridades competentes o por la legislación, o en el marco de un programa educativo»⁴⁴.

Como se ve, no se contiene mención alguna a los sujetos intervinientes en la actividad, siendo lo decisivo la calificación de la actividad y de los centros donde ésta se lleve a cabo.

REFERENCIAS

- [1] REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2014). Diccionario de la lengua española, 23ª ed., Madrid, disponible en www.rae.es.
- [2] CÁMARA ÁGUILA, P. (2015). El límite para la enseñanza y para la investigación, La reforma de la Ley de Propiedad Intelectual (Coord. BERCOVITZ RODRÍGUEZ-CANO, R.), Tirant Lo Blanch, Valencia, pp. 119, 123.
- [3] DE ROMÁN PÉREZ, R. (2014). Propiedad intelectual y acceso abierto a artículos científicos, Propiedad intelectual en el siglo XXI (Coord. ESPÍN ALBA, I.), Reus, pp. 103-141.
- [4] LÓPEZ TERRADA, E. (2015). Investigación, trabajo asalariado y derechos de propiedad intelectual, Investigación, docencia universitaria y derechos de propiedad intelectual (Coord. SÁIZ GARCÍA, C.), Tirant Lo Blanch, pp. 69-94.
- [5] SANJUÁN RODRÍGUEZ, N. (2010). La nueva redacción del artículo 32 de la Ley de Propiedad Intelectual: la cita (y en especial las recopilaciones periódicas) y la ilustración de la enseñanza. Pe. i.: Revista de propiedad intelectual, nº 35, p. 61.
- [6] BOCHURBERG, L. (1994). Le droit de citation. Propriété littéraire et artistique. Droits voisins et Droit des marques. Étude de droit comparé, Masson, p. 1.
- [7] LLEDÓ YAGÜE, F. (1989). Comentario a los artículos 31 y 32, Comentarios a la Ley de Propiedad Intelectual (Coord. BERCOVITZ RODRÍGUEZ-CANO, R.), Tecnos, p. 526.
- [8] CASAS VALLÉS, R. (2004). La transposición de la Directiva 2001/29/CE en España, p. 13. Disponible en: <http://www.uoc.edu/dt/esp/casas1204.pdf> [consultado el 23 de octubre de 2015].

⁴⁴ Unión Europea. Parlamento Europeo. Resolución de 9 de julio de 2015 sobre la aplicación de la Directiva 2001/29/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de mayo de 2001, relativa a la armonización de determinados aspectos de los derechos de autor y derechos afines a los derechos de autor en la sociedad de la información, punto 51 (el subrayado es mío).

SEGUNDA SESIÓN

MÓNICA GISELA GERARDI

“Efecto protector de un producto de hollejo sobre la activación de NRF2 y la inhibición de NF-KB en células huvec”

DAVID CÁRDENAS GONZALO

“Determinación cuantitativa de la influencia de las condiciones laborales y familiares sobre la probabilidad de estrés a través de un modelo bayesiano”

LARA CEPÁ SERRANO

“Uso de heurísticos para proceso de toma de decisiones en la selección de carteras con responsabilidad social”

MALENA MELOGNO KLINKAS

“Proceso de adaptación transcultural del kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ)”

VIRGINIA DOMINGO DE LA FUENTE

“Hacia una justicia penal con enfoque restaurativo”

EFFECTO PROTECTOR DE UN NUEVO SAZONADOR SOBRE LA ACTIVACIÓN DE NRF-2 Y LA INHIBICIÓN DE NF-KB EN CÉLULAS HUVEC

MÓNICA GISELA GERARDI, RAQUEL DEL PINO-GARCÍA, DOLORES RIVERO PÉREZ,
M^a LUISA GONZÁLEZ SANJOSE, PILAR MUÑIZ RODRÍGUEZ

*Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos,
Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos*

RESUMEN

La disfunción endotelial es el principal mecanismo implicado en el desarrollo de la hipertensión arterial. Es resultado de un desequilibrio entre los niveles de óxido nítrico (NO) y de radicales libres (ROS) en el endotelio vascular como consecuencia del estrés oxidativo. Diversas vías de señalización celular regulan los niveles de estas dos moléculas. Entre ellas, se encuentran las que incluyen los factores de transcripción NF- κ B y Nrf2. Los polifenoles de la uva poseen efectos moduladores sobre estos factores, lo que le otorgan efectos protectores manteniendo la buena funcionalidad del endotelio vascular. EL presente trabajo se desarrolló usando un nuevo sazónador patentado por el grupo de investigación de la UBU. La evaluación de los efectos funcionales del sazónador se llevó a cabo por simulación *in vitro* de las digestiones parcial o gastrointestinal y completa con fermentación colónica. Se evaluó la capacidad antioxidante por el método ABTS y su efecto protector en la línea de células endoteliales (HUVEC) sometida a estrés oxidativo con una alta concentración de glucosa. Se evaluó la viabilidad celular (mediante el ensayo de MTT y por impedancia celular) observándose un efecto citoprotector de las fracciones de digestión gastrointestinal y de fermentación colónica. Asimismo, el análisis de la expresión de los factores de transcripción (NF- κ B y Nrf2) mediante *real-time* PCR. Se observó que el producto digerido en forma completa posee efectos protectores actuando sobre la expresión de Nrf2 y de NF- κ B en las células sometidas a estrés oxidativo.

Palabras clave: polifenoles, uva, hipertensión, NF- κ B, Nrf2, estrés oxidativo.

ABSTRACT

Endothelial dysfunction is the principal mechanism involved in the development of hypertension. It is the result of an imbalance between the levels of nitric oxide (NO) and free radicals (ROS) in the vascular endothelium by oxidative stress. Several cellular signaling pathways regulate the levels of these two molecules. That include the transcription factors NF- κ B and Nrf2. Grape polyphenols have modulators effects on these factors, which will provide good protective effects of vascular endothelial function. The present work was developed using a new seasoning patented by Research Group UBU. The evaluation of the functional effects of seasoning was carried out by

in vitro simulation of partial or complete digestion with gastrointestinal and colonic fermentation. The antioxidant capacity was determined by the ABTS method and was evaluated its protective effect on endothelial cell line (HUVEC) submitted to oxidative stress with a high concentration of glucose. Cell viability was studied using the MTT assay and cell impedance. It was observed a cytoprotective effect of fractions of gastrointestinal digestion and colonic fermentation. Also, analysis of the expression of transcription factors (NF-kB and Nrf2) by real-time PCR showed that the product has fully digested have protective effects in cells under oxidative stress by modulating the expression of Nrf2 and NF-kB.

Keywords: polyphenols, grape, hypertension, NF-kB, Nrf2, oxidative stress.

1. INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial (HTA) afecta el funcionamiento y la estructura de los vasos sanguíneos y es uno de los factores de riesgo más importante en el desarrollo de enfermedad cardiovascular. La regulación de la presión arterial depende de una adecuada funcionalidad del tejido que recubre la zona interna de los vasos sanguíneos (endotelio vascular).

Existe una relación entre la hipertensión arterial y el estrés oxidativo ya que el mecanismo principal que conduce a la disfunción endotelial consiste en un desequilibrio entre la producción de óxido nítrico (NO) por las células del endotelio vascular y la generación de especies reactivas del oxígeno (ROS), resultando en una disminución en la biodisponibilidad de NO y una excesiva acumulación de ROS (Ding y col., 2004; Higashi y col., 2009) que producen daño oxidativo a lípidos, proteínas y ADN. En los vasos sanguíneos, la principal fuente de ROS es la generada por la enzima NADPH oxidasa 4 (NOX4) (Zhou y col., 2012). Tanto en humanos como en animales de experimentación se ha asociado la HTA con el aumento del estrés oxidativo mediado por la NADPH oxidasa (Puddu y col., 2009; Valko y col., 2007). Se ha visto que en modelos de hipertensión, los polifenoles contenidos en el vino previenen la sobreexpresión de la NADPH oxidasa (Sanchez y col., 2007).

Otro factor importante en el desarrollo de estrés oxidativo asociado a la HTA es la sobreactivación del sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRA) (Hammond y col., 2007). La enzima convertidora de angiotensina (ACE) posee un importante rol en el SRA, convierte angiotensina I en angiotensina II que es la responsable del aumento de la presión arterial por su efecto vasoconstrictor (Balasuriya y Rupasinghe, 2012) y estimulador de la producción de ROS por las células endoteliales (Vendrov y col., 2007) por varias rutas siendo una de las principales la enzima NADPH oxidasa que genera el radical superóxido (Vendrov y col., 2007). Se han encontrado algunos flavonoides capaces de inhibir la ACE tanto in vitro como in vivo (Balasuriya y col., 2011).

Los niveles de NADPH oxidasa y ACE dependen de la regulación de vías trasduccionales dentro de la célula endotelial. En condiciones de estrés oxidativo, se encuentra aumentada la expresión celular de NADPH oxidasa y ACE a través de la inducción del factor de transcripción NF-kB (Ray y Shah, 2005; Cheng y col., 2012)

Se han identificado un gran número de moléculas de señalización intracelular y factores de transcripción involucrados en la regulación de la expresión de HO1. Estas moléculas incluyen protein kinasas activadas por mitógeno (MAPK), factor nuclear

eritroide 2 (Nrf2), protein kinasa C (PKC), protein kinasa A (PKA) y factor nuclear kB (Nf-kB). Se cree que la expresión de HO1 es resultado de interacciones entre todas estas moléculas (Young-Myeong y col., 2011).

Los flavonoides pueden aumentar la expresión de la γ -glutamylcistein sintetasa, que es la enzima encargada de la síntesis de glutatión (Moskaug y col. 2005). Myhrstad y col. (2002) concluyeron que los flavonoides son capaces de modificar la interacción entre Nrf2 y su inhibidor, dejando a Nrf2 libre para translocar al núcleo celular e inducir la expresión de la enzima γ -GSH.

Una fuente importante de polifenoles son los productos derivados de la uva, es por ello que este estudio se llevó a cabo con un nuevo sazoador obtenido desde masas residuales de la vinificación en tinto. Se estudió su efecto sobre la expresión de factores de transcripción implicados en la hipertensión, trabajando con la línea celular endotelial HUVEC.

El efecto protector del sazoador se evaluó sobre células endoteliales (HUVEC) a las que se indujo un estado de estrés oxidativo mediante un ambiente hiperglucémico.

2. METODOLOGÍA

2.1. Sazoador usado en el estudio

El sazoador usado en este estudio se elaboró en la planta piloto del Área de Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Burgos, siguiendo un proceso patentado. Las características básicas principales del mismo quedan recogidas en García-Lomillo y col. (2014).

2.2. Digestión del producto de vinificación *in vitro*

2.2.1. Digestión gastrointestinal

Se llevó a cabo una digestión gastrointestinal *in vitro* de los extractos de hollejo descrito por Saura-Calixto y col. (2007)

2.2.2. Fermentación colónica *in vitro*

Se llevó a cabo la fermentación colónica *in vitro* de la fracción no bioaccesible según el método descrito por Barry y col. (1995) y estandarizado por Goñi y Martín-Carrón (2000).

2.3. Análisis *in vitro* de los productos de hollejo obtenidos de la digestión gástrica y de la fermentación colónica

2.3.1. Contenido de polifenoles totales

El contenido de polifenoles totales de las muestras fue evaluado mediante el método directo (Del Pino-García y col., 2015). Se fundamenta en el método descrito por Singleton y Rossi (1995) con ciertas modificaciones, basado en la oxidación en medio básico de los grupos hidróxilos de los compuestos fenólicos mediante el reactivo de Folin-Ciocalteu. Las muestras se pesaron y se añadió 100 μ L de reactivo de Folin-Ciocalteu y 2 mL de carbonato de sodio (75 g/L). Posteriormente se midió

la absorbancia a 750 nm. Los resultados se expresaron como mg ácido gálico/ g de muestra utilizando una curva de calibrado con ácido gálico.

2.3.2. Capacidad antioxidante total por el método ABTS

Mediante este método se determina la capacidad de las muestras para estabilizar el radical libre del catión ABTS•+(Miller y Rice Evans, 1997). Se incubaron las muestras con 12 ml de solución ABTS (solución 1:1 de ABTS 7 mM y persulfato potásico 2,45 mM diluido hasta absorbancia a 734 nm de 0,7) y se midió la absorbancia a 734 nm. Los resultados se expresaron como μ moles de Trolox/ g de muestra utilizando una curva de calibrado.

2.3.3. Actividad inhibidora de la ACE in vitro

Se incubaron las muestras con ACE y sustrato HHL (7,8 mM) a 37°C durante 1 hora. Todos los componentes del ensayo fueron disueltos en 0,025 M de tetraborato de sodio conteniendo 0,3 M de NaCl (pH 8,3) para alcanzar un volumen total de reacción de 210 μ L. Tras la incubación se adicionó HCl 1N para detener la reacción enzimática. Luego se procedió a la extracción del producto generado (HA) adicionando 1 mL de acetato de etilo, y evaporando el solvente calentando a 120°C durante 30 minutos. Finalmente, se resuspende en 1mL de agua destilada y se mide la absorbancia a 228 nm en cubeta de cuarzo. Los resultados se expresan como porcentaje de inhibición de la ACE con respecto al control.

2.4. Cultivo y tratamiento de la línea celular HUVEC

2.4.1. Cultivo de células HUVEC

Para los ensayos en células se trabajó con células endoteliales de la vena de cordón umbilical humano (HUVEC). Se cultivaron en medio DMEM suplementado al 10% con suero fetal bovino (SFB), glutamina 2 mM y penicilina/estreptomicina al 1%. La incubación se realizó a 37°C y en atmosfera con 5% de CO₂.

2.4.2. Tratamiento de células HUVEC

Todas las células empleadas en el trabajo fueron cultivadas en medio DMEN con bajo contenido en glucosa durante 24 horas y con alto contenido en glucosa suplementado con 1% de SFB y conteniendo el tratamiento correspondiente.

2.5. Ensayos en células HUVEC

2.5.1. Ensayo de viabilidad celular. Ensayo MTT

Se utilizó el ensayo de MTT en placa de 96 pocillos para evaluar la viabilidad de las HUVEC de acuerdo al método de Mosmann (1983) con algunas modificaciones. Este ensayo se basa en la reducción metabólica del Bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-ilo)-2,5-difeniltetrazol (MTT) realizada por la enzima mitocondrial succinato deshidrogenasa en un compuesto coloreado de color azul (formazán), permitiendo determinar la funcionabilidad mitocondrial de las células tratadas. La cantidad de células vivas es proporcional a la cantidad de formazán producido. Todos los experimentos fueron repetidos 3 veces y empleando cuadruplicados.

Así mismo se determinó la viabilidad por impedancia celular determinado mediante el equipo xCELLigence System

2.5.2. Estudios de expresión génica

Se evaluó la expresión de los genes de 2 factores de transcripción y un control interno (GAPDH) mediante q-PCR. Los factores de transcripción evaluados fueron Nf-kB y Nrf2. El RNA total fue extraído empleando TRIZOL y transformado en cDNA mediante RT-PCR. Posteriormente se realizó la amplificación y cuantificación mediante q-PCR empleando SYBR Green y normalizando con el control interno de expresión (GAPDH) utilizando los primers adecuados y como gen control el. El programa de PCR empleado fue el siguiente: 1 ciclo a 95°C, 3 minutos; 40 ciclos a 60°C, 30 segundos y mantener a 4 °C al terminar. Los resultados se expresaron como valores relativos de incremento ($2^{-\Delta\Delta Ct}$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización de los extractos obtenidos de la digestión gastrointestinal y de la fermentación colónica

Los productos obtenidos del residuo de vinificación son compuestos con un alto contenido en compuestos polifenólicos y de capacidad antioxidante, además, es sabido que tienen actividad inhibitoria ACE (Balasuriya y col., 2011). Para evaluar el efecto del extracto de hollejo es necesario hacerlo con la fracción biodisponible que es la que finalmente podrá ejercer dicho efecto en el organismo. Por ello en este primer apartado estudiamos las muestras biodisponibles obtenidas del proceso de digestión gastrointestinal in vitro (DGI) y del proceso de fermentación colónica (FC).

3.1.1. Contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante

Las fracciones no biodisponibles, tanto gastrointestinal como colónica, son las que contienen mayor cantidad de polifenoles totales, posiblemente aquellos que quedan asociados en la fibra y no son digeribles. Estos polifenoles incluyen proantocianidinas y pueden tener un efecto antioxidante directo sobre el intestino (Saura-Calixto y col., 2006). La fracción biodisponible incluye principalmente agliconas de flavonoides, ácidos fenólicos como ferúlico, caféico, gálico, etc. (Palafox-Carlos y col., 2011).

Observamos que si bien la cantidad de polifenoles no biodisponibles es elevada, la capacidad antioxidante de la fracción biodisponible no se encuentra muy afectada. Esto puede ser debido a que durante la digestión tiene lugar la liberación de compuestos y esto aumenta su biodisponibilidad, además se producen modificaciones en su estructura que pueden aumentar su actividad antioxidante (Manach y col., 2005). Estos componentes posiblemente son los monómeros que pueden ser absorbidos por la membrana intestinal (Fernandez K. 2013).

Comparando la capacidad antioxidante, advertimos que es mayor la obtenida a partir de los productos de fermentación colónica que por la digestión gastrointestinal. Esto es debido a que la microflora intestinal juega un papel fundamental en el metabolismo de los polifenoles (Saura-Calixto y col., 2006; Williamson y Manach, 2005). Al ser transformados por la flora intestinal, se generan metabolitos que, en algunos casos, poseen mayor actividad antioxidante, es por ello que la fermentación

colónica logra un mayor contenido de compuestos bioactivos antioxidantes que el proceso de digestión gastrointestinal por sí sólo.

3.1.2. Efecto de los productos de digestión sobre la actividad de la enzima ACE *in vitro*

La enzima ACE es un componente muy importante en el sistema renina-angiotensina-aldosterona, catalizando la formación de angiotensina II, un potente vasoconstrictor implicado en el incremento de la presión sanguínea. Se ha demostrado que aquellos inhibidores de la ACE son efectivos para disminuir la presión arterial y en el tratamiento de la diabetes (Liu y col, 2003). En la actualidad es sabido que los compuestos fenólicos actúan como inhibidores de la ACE y pueden ser una alternativa al tratamiento de la hipertensión (Balasuriya y Rupasinghe, 2011).

Ciertos flavonoides exhiben la capacidad de inhibir diferentes zinc metaloproteinasas, incluida la ACE. Concentraciones micromolares de diferentes flavonoides, como antocianinas, flavonas, flavonoles y flavanoles, han mostrado una inhibición del 50% de la actividad de la enzima. Además, esta actividad inhibidora de la ACE (ACEI) se ha demostrado *in vitro* e *in vivo* en ratas hipertensas y humanos empleando extractos ricos en flavonoides de diferentes plantas (Guerrero y col, 2012). Dado que la uva (y la masa de vinificación con la que se trabajó) es fuente de flavonoides, quisimos evaluar la presencia de actividad inhibidora de la ACE para nuestro producto.

Pudimos observar que ambos productos (DGI y FC) inhiben la actividad de la enzima. El mecanismo de acción propuesto para esta acción inhibitoria es debido a la presencia en los flavonoides de grupos hidroxilos y del anillo B, que compiten con el sustrato de la enzima (Balasuriya & Rupasinghe, 2011, Olszanecki y col, 2008) y esta inhibición es dependiente de la estereoquímica (Godoy y cols 2012) y del porcentaje de compuestos de bajo peso molecular (Olszanecki y col. 2008). Estudios sobre la relación estructura química-actividad biológica (Structure Activity Relationships, SAR) realizados en flavanoles y flavonoles atribuyen el efecto observado a la distribución de los grupos hidroxilos libres (Loizo y col., 2007; Oh y col., 2004; Bormann y col., 2000) o al número de monómeros que conforman las procianidinas (Ottaviani y col., 2006).

3.2. Estudio del efecto de los productos de digestión gastrointestinal y de fermentación colónica en células

En este apartado se evaluó el efecto de los productos de digestión sobre la línea celular HUVEC, ya que es una de las líneas más adecuadas para el estudio de la función endotelial, cuyas alteraciones están implicadas en diferentes patologías como aterosclerosis, diabetes, obesidad, etc. (Manna y col., 2014; Ding yTriggle y col., 2010; Kietadisorn y col., 2012).

Es sabido que la dieta es un factor importante en el desarrollo de estas patologías, la hiperglucemia está implicada en un incremento de estrés oxidativo y en la disfunción endotelial (Zhi-Wei y col., 2012). Por ello hemos utilizado como modelo de estrés oxidativo asociado al daño endotelial células HUVEC crecidas en medio alto en glucosa.

Entre los mecanismos moleculares implicados en la disfunción endotelial están la alteración en los niveles de NO y en la producción de ROS asociado a un

incremento de estrés oxidativo y la actividad de la enzima ACE (Botden y col., 2012; Schini-Kerth y col., 2010).

Los efectos positivos de alimentos como la uva o sus derivados sobre la presión arterial y el estrés oxidativo implicados en procesos de hipertensión son conocidos, y se atribuyen principalmente a los compuestos polifenólicos presentes en ellos (Schmitt y col., 2009; Schini-Kerth y col., 2010).

3.2.1. Viabilidad celular

Para poder evaluar el efecto de los productos sobre las células HUVEC, se debió verificar la ausencia de efectos no deseados causados por el tratamiento con el producto. Por ello, se evaluó el efecto de los productos sobre la viabilidad celular. Se emplearon dos métodos, uno colorimétrico en donde sólo las células vivas son capaces de metabolizar el MTT y dar un producto coloreado medible y otro que permite observar la proliferación celular en tiempo real a través de la medida de la impedancia (iCELLigence System).

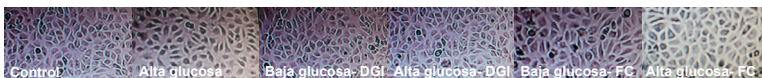


Figura 1. Imagen de la viabilidad con el producto digerido por digestión gastrointestinal (DGI) y el producto digerido por fermentación colónica (FC) comparados con el control sin producto.

Se puede observar una menor viabilidad en las células crecidas en medio alto en glucosa debidas probablemente al aumento de la muerte celular por el estrés oxidativo. Podemos ver también un efecto citoprotector de las fracciones de digestión gastrointestinal (DGI) y de fermentación colónica (FC).

Las curvas de crecimiento obtenidas mediante el análisis de impedancia celular con iCELLigence System confirman la menor viabilidad de las células hiperglicémicas.

3.2.2. Estudios de expresión génica

Se evaluaron los niveles de expresión de los factores de transcripción NF- κ B y Nrf2 en células HUVEC expuestas al estrés oxidativo por alta glucosa observándose luego el efecto del tratamiento con ambos productos de digestión (DGI y FC).

Los resultados del tratamiento de las células HUVEC, muestran diferencias significativas en la expresión de NF- κ B y Nrf2 entre las células control, las tratadas con una concentración alta de glucosa y el producto digerido por fermentación colónica.

4. CONCLUSIONES

Los productos de digestión del sazónador en estudio mostraron poseer actividad antioxidante y antihipertensiva, *in vitro*, no mostraron toxicidad en las células endoteliales HUVEC y sus efectos protectores sobre el estrés oxidativo estuvieron regulados a través de las vías mediadas por los factores de transcripción.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación recibida para la realización de este estudio (parte del proyecto BU282U13) por la Junta de Castilla y León.

REFERENCIAS

- [1] Balasuriya, N., Rupasinghe H.P.V. 2012. Antihypertensive Properties of Flavonoid-Rich Apple Peel Extract. *Food Chemistry* 135 (4): 2320–25.
- [2] Botden, I. P., Oeseburg, H., Durik, M., Leijten, F. P., Van Vark-Van Der, L. C., Musterd-Bhaggoe, U. M., Roks, A. J. 2012. Red wine extract protects against oxidative-stress-induced endothelial senescence. *Clinical Science*,123(8), 499-507.
- [3] Chen, F., Qian, L. H., Deng, B., Liu, Z. M., Zhao, Y., & Le, Y. Y. (2013). Resveratrol Protects Vascular Endothelial Cells from High Glucose-Induced Apoptosis through Inhibition of NADPH Oxidase Activation-Driven Oxidative Stress. *CNS neuroscience & therapeutics*, 19(9), 675-681.
- [4] Del Pino-García R, García-Lomillo J, Rivero-Pérez MD, González-SanJosé ML, Muñiz P. 2015. Adaptation and Validation of Quick, Easy, New, Cheap, and Reproducible (QUENCHER) Antioxidant Capacity Assays in Model Products Obtained from Residual Wine Pomace. *J Agric Food Chem*. 2015 Aug 12;63(31):6922-3
- [5] Ding, Q. F., Toshio H., Packiasamy, R J., A. Miyazaki, A. Fukatsu, H. Shirai-shi, T. Nomura, and A. Iguchi. 2004. The Effect of High Glucose on NO and O₂- through Endothelial GTPCH1 and NADPH Oxidase. *Life sciences* 75(26): 3185-94.
- [6] García-Lomillo J, González-SanJosé ML, Del Pino-García R, Rivero-Pérez MD, Muñiz-Rodríguez P. Antioxidant and antimicrobial properties of wine byproducts and their potential uses in the food industry. *J Agric Food Chem*. 2014 Dec 31;62(52):12595-602.
- [7] Gopalakrishnan A & Tony Kong AN (2008) Anticarcinogenesis by dietary phytochemicals: cytoprotection by Nrf2 in normal cells and cytotoxicity by modulation of transcription factors NF-kB and AP-1 in abnormal cancer cells. *Food Chem Toxicol* 46, 1257–1270.
- [8] Guerrero, L., Castillo, J., Quiñones, M., Garcia-Vallvé, S., Arola, L., Pujadas, G., Muguerza, B. 2012. Inhibition of angiotensin-converting enzyme activity by flavonoids: structure-activity relationship studies. *PLOS one*, 7(11), e49493.
- [9] Hara, H. (2007). [Molecular mechanism of neuroprotective drugs against oxidative stress-induced neuronal cell death]. *Yakugaku zasshi: Journal of the Pharmaceutical Society of Japan*, 127(8), 1199-1205.
- [10] Higashi, Y., Noma, K., Yoshizumi, M., Kihara, Y. 2009. Endothelial function and oxidative stress in cardiovascular diseases. *Circulation journal: official journal of the Japanese Circulation Society*, 73(3), 411-418.
- [11] Loizzo, M. R., Said, A., Tundis, R., Rashed, K., Statti, G. A., Hufner, A., & Menichini, F. (2007). Inhibition of angiotensin converting enzyme (ACE) by flavonoids isolated from *Ailanthus excelsa* (Roxb)(Simaroubaceae). *Phytotherapy Research*, 21(1), 32-36.
- [12] Mackenzie GF & Oteiza PI (2006) Modulation of transcription factor NF-kB in Hodgkin's lymphoma cell lines: effect of (2)-epicatechin. *Free Radic Res* 40, 1086–1094.

- [13] Manach, C., Williamson, G., Morand, C., Scalbert, A., Rémésy, C. 2005. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. *The American journal of clinical nutrition*, 81(1), 230S-242S.
- [14] Moskaug, J. Ø., Carlsen, H., Myhrstad, M. C., Blomhoff, R. 2005. Polyphenols and glutathione synthesis regulation. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1), 277S-283S.
- [15] Olszanecki R, Bujak-Gizycka B, Madej J, Suski M, Wołkow PP, 2008 Kaempferol, but not resveratrol inhibits angiotensin converting enzyme. *J Physiol Pharmacol* 59: 387–392.
- [16] Ottaviani JI, Actis-Goretta L, Villordo JJ, Fraga CG 2006 Procyanidin structure defines the extent and specificity of angiotensin I converting enzyme inhibition. *Biochimie* 88: 359–365.
- [17] Palafox Carlos, H., Ayala Zavala, J. F., González Aguilar, G. A. 2011. The role of dietary fiber in the bioaccessibility and bioavailability of fruit and vegetable antioxidants. *Journal of food science*, 76(1), R6-R15.
- [18] Puddu, P., Puddu, G. M., Cravero, E., De Pascalis, S., & Muscari, A. (2009). The emerging role of cardiovascular risk factor-induced mitochondrial dysfunction in atherogenesis. *J Biomed Sci*, 16(1), 1-9.
- [19] Sánchez, C., Rodeiro, I., Garrido, G., Delgado, R. 2005. Hemo-oxigenasa 1: un promisorio blanco terapéutico. *Acta Farmacéutica Bonaerense*, 24(4), 619.
- [20] Saura-Calixto, F., Serrano, J., Goñi, I. 2007. Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. *Food Chemistry*, 101(2), 492-501.
- [21] Schini-Kerth, Valérie B, Nelly E., Chataigneau T., and Auger C. 2011. Vascular Protection by Natural Product-Derived Polyphenols: In Vitro and in Vivo Evidence. *Planta medica* 77(11): 1161–67.
- [22] Tang, Y., Xu, J., Qu, W., Peng, X., Xin, P., Yang, X., ... & Hao, L. (2012). Resveratrol reduces vascular cell senescence through attenuation of oxidative stress by SIRT1/NADPH oxidase-dependent mechanisms. *The Journal of nutritional biochemistry*, 23(11), 1410-1416.
- [23] Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M., & Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The international journal of biochemistry & cell biology*, 39(1), 44-84.
- [24] Vendrov, A. E., Hakim, Z. S., Madamanchi, N. R., Rojas, M., Madamanchi, C., & Runge, M. S. (2007). Atherosclerosis is attenuated by limiting superoxide generation in both macrophages and vessel wall cells. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 27(12), 2714-2721.
- [25] Zhou, ZW., Xie XL., Zhou SF., Li CG.. 2012. Mechanism of Reversal of High Glucose-Induced Endothelial Nitric Oxide Synthase Uncoupling by Tanshinone IIA in Human Endothelial Cell Line EA.hy926. *European journal of pharmacology* 697(1-3): 97–105.

DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE LA INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES LABORALES Y FAMILIARES SOBRE LA PROBABILIDAD DE ESTRÉS A TRAVÉS DE UN MODELO BAYESIANO

DAVID CÁRDENAS GONZALO¹

¹*Universidad de Burgos. Dpto. de Ingeniería Civil*

RESUMEN

Uno de los aspectos que ha condicionado la realización de este estudio, ha sido la influencia sobre el estrés en la combinación de las cargas familiares y laborales y de sus consecuencias directas en el mundo laboral y familiar. En este estudio, se han expuesto variables importantes que afectan al estrés dentro de la familia como el cuidado de niños, el cuidado de personas mayores y la realización de tareas domésticas del hogar. Por otro lado, y de manera directa con el mundo laboral, se ha podido comprobar que el ritmo de trabajo por sí solo, afecta sobre el estrés y mucho más aún en combinación con las cargas familiares como el cuidado de niños, el cuidado de mayores y la realización de las tareas domésticas del hogar.

Con respecto a las cargas laborales, el estudio realizado asegura que la variable ritmo de trabajo es la más influyente sobre la probabilidad de sufrir altos niveles de estrés tanto por sí sola como en combinación con las cargas familiares.

Los resultados obtenidos demuestran que la combinación de todas estas variables pueden generar altos niveles de estrés que repercutirán tanto en el mundo laboral como el familiar. Realizar estudios de sensibilidad de las combinaciones entre las variables más desfavorables, en este sentido, va a permitir controlar directamente los niveles de estrés sufridos por las personas tanto en la familia como en el trabajo. De esta manera, se podrá actuar sobre esas variables, tanto familiares (cuidado de personas mayores, cuidado de niños y realización de tareas del hogar) como laborales (ritmo de trabajo) para conseguir reducir en lo posible la probabilidad de sufrir altos niveles de estrés.

Palabras clave: Condiciones de trabajo, niveles de estrés, cargas familiares, ritmo de trabajo, quinta encuesta europea.

ABSTRACT

One aspect that has conditioned the implementation of this article has been the influence on stress in combining family and work loads and their direct in the world of work and family consequences. In this study, we have exposed important variables affecting the stress within the family and child care, elderly care and performing household chores. On the other hand, and directly with the labor market so, it has been found that the pace of work by itself, affects stress and even more so in combination with

family responsibilities such as caring for children, caring for elderly and performing household chores.

With regard to labor costs, the study says that although other variables are referred to in this field as the number of hours worked per week or working to tight deadlines, the variable pace of work is the most influential on the likelihood of high stress levels, alone and in combination with family responsibilities.

The results show that the combination of these variables can generate high levels of stress that will impact both the workplace and the family. Perform sensitivity studies of the most unfavorable combinations of variables, in this sense, will allow direct control stress levels experienced by people in the family and at work. Thus, it may act on these variables, both household (aged care, child care and performing household chores) and labor (work rate) for reducing as far as possible the likelihood of experiencing high levels of stress.

Keywords: Working conditions, stress levels, family responsibilities, work rate, fifth European survey.

1. INTRODUCCION

A pesar de que ha habido múltiples intentos por dar una definición adecuada del término estrés, diversos autores han señalado la imprecisión y ambigüedad de este concepto. En este sentido, existen diferentes formas de definirlo, y pueden ser clasificadas en cuatro grupos según su estímulo, respuesta, percepción ó transacción [1]:

1. Las definiciones del estrés como respuesta lo conceptualizan como aspectos fisiológicos ó psicológicos que la persona experimenta ante un determinado estímulo ambiental o “estresor”. En este sentido, el estrés es una “respuesta general del organismo ante cualquier estímulo estresor ó situación estresante” [2].

2. Por último, el estrés entendido como transacción entre persona y ambiente supone, a su vez, dos tipos de definiciones:

- Las que consideran las discrepancias entre las demandas planteadas al individuo y sus capacidades para afrontarlas, teniendo en cuenta también la apreciación que ese individuo hace de esas discrepancias [3]. Así el estrés se entiende como un “importante desequilibrio percibido entre la demanda y la capacidad de la persona, bajo condiciones en las que el fracaso en la solución de la situación tiene importantes consecuencias percibidas”.
- Las que consideran las discrepancias entre las características del ambiente y las preferencias de los individuos sobre el mismo [4].

Diversos modelos tratan de explicar las relaciones entre el estrés y sus consecuencias para las personas. Entre ellos, el modelo formulado por en el Instituto de Investigación Social de la Universidad de Michigan ofrece los componentes básicos que siguen guiando la investigación sobre el estrés [5]. Otros modelos formulados a lo largo de las últimas décadas han realizado contribuciones que amplían, modifican ó corrigen, en parte, los planteamientos contemplados del modelo [5]. Ejemplos de ellos son el modelo de ajuste entre individuo y ambiente laboral [6], el modelo transaccional [1], el modelo de estrés orientado a la dirección [7] y el modelo de estrés y afrontamiento [4]. Ante esta multiplicidad de aproximaciones al estudio del estrés, tras revisar las principales aportaciones ofrecidas por la literatura, han propuesto un

modelo integrador [8]. Uno de los aspectos a tener en cuenta en este artículo a parte de las cargas laborales, han sido las cargas familiares y su relevancia en los distintos modelos que relacionan el estrés con dichas cargas. Algunos autores hablan de la importancia del cuidado de mayores y su influencia con el estrés [9], [10] y [11]. Otros autores destacan la relación entre el cuidado de niños y el estrés [12], [13]. También otros autores hablan de la importancia de la realización de tareas domésticas en el hogar para obtener un grado de satisfacción bueno y consecuentemente niveles de estrés bajos en la pareja [14], [15]. La base principal de éste estudio es relacionar la variable del estrés con las cargas laborales y familiares. Ha habido múltiples estudios por separado que relacionan esta variable con las cargas familiares y las laborales aunque ninguno de ellos ha estudiado los efectos de la combinación de ambas cargas sobre el estrés. Una de las tareas importantes para la construcción del modelo probabilístico ha sido definir claramente la variables que han intervenido en la creación del mismo. Todas las variables que se introducen en el modelo propuesto, se han creado a partir de los datos obtenidos de la quinta encuesta Europea para las Condiciones de Trabajo (“V EWCS”).

Con estas premisas, y basándonos en la bibliografía estudiada, las variables que se eligieron para la definición del modelo fueron las siguientes:

Dentro de las cargas familiares,

- Cuidado y educación de hijos, realización de tareas domésticas en el hogar y cuidado de personas mayores.

Dentro de las cargas laborales,

- Ritmo de trabajo, como una de las variables más significativas en el mundo laboral.

Por último como variable objeto de estudio,

- Estrés como eje principal de este artículo y base de estudio. Esta variable nos va indicar a través de la creación de cinco niveles de intensidad, la probabilidad de sufrir estrés en el modelo propuesto.

Una vez creadas estas variables, utilizando los datos de la quinta encuesta europea sobre condiciones de trabajo (“V EWCS”), y validadas siguiendo el método estadístico de validación de la curva ROC (Receiver Operating Characteristic), se ha generado un modelo utilizando redes bayesianas que nos va a relacionar por un lado, la variable principal de este artículo que es el estrés, y por otro lado, las variables que integran las cargas familiares (cuidado de niños, cuidado de personas mayores y realización de tareas domésticas del hogar) y las cargas laborales (ritmo de trabajo).

2. MATERIAL Y METODOS

2.1. La “V” Encuesta Europea de condiciones de trabajo

La V Encuesta Europea de Condiciones de Trabajo (European Working Conditions Survey “V EWCS”) la realiza la Fundación Europea para el Desarrollo de las Condiciones de Trabajo que es una agencia independiente de la Unión Europea con sede en Dublín.

Dicha encuesta fue realizada entre Enero y Junio de 2010 y se encuestaron a casi cuarenta y cuatro mil trabajadores europeos de 34 nacionalidades (los 27 estados miembros de la unión más Noruega, Croacia, Yugoslavia, Turquía, Albania, Montenegro y Kosovo), contestando a más de cien preguntas de diferentes ámbitos relacionadas con su situación laboral y las condiciones de su puesto de trabajo.

2.2. Aplicación de redes bayesianas al modelo global

En este apartado se va a desarrollar la metodología probabilística de las redes bayesianas para la construcción del modelo: estrés-cargas familiares- cargas laborales. Las relaciones entre las variables del modelo se representan de forma intuitiva mediante grafos dirigidos, que codifican las dependencias marginales y condicionadas existentes en las distintas variables, permitiendo explorar visualmente las relaciones que puedan existir en el conjunto de datos. En el modelo generado a través de las redes bayesianas tal y como se ve en la “Fig.1”, se muestra que el estrés depende principalmente de cinco variables (ritmo de trabajo, cuidado de niños, cuidado de mayores y realización de tareas domésticas del hogar) que, a su vez, están relacionadas directamente entre sí. Las variables que influyen directamente en una variable dada se denominan los padres de ésta.

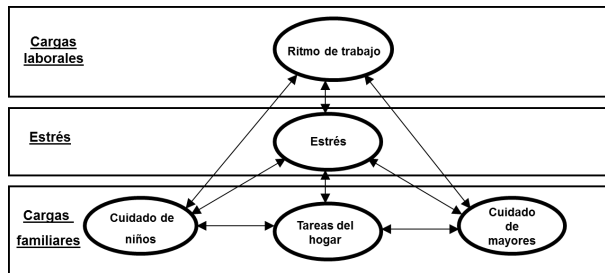


Figura 1. Modelo: Ritmo de trabajo, cuidado de niños, cuidado de mayores, tareas domésticas del hogar y estrés.

De esta manera se ha estudiado el efecto del estrés sobre el conjunto de las cargas familiares y laborales, considerando el impacto del estrés sobre el ritmo de trabajo, la realización de las tareas de hogar, el cuidado de niños y el cuidado de personas mayores. De manera general se puede decir que las redes bayesianas permiten construir modelos probabilísticos globales para un conjunto de variables $X=(X_1, \dots, X_n)$, a partir de un conjunto de datos particulares de las mismas. Este modelo representa explícitamente el conocimiento sobre el problema dado, en términos probabilísticos, a través de una función de probabilidad conjunta de las variables (teorema de Bayes).

$$p(x)=p(X_1, \dots, X_n).$$

En el modelo creado, no ha sido una tarea fácil definir una probabilidad conjunta, ya que se dispone de muchos grados de libertad existentes. De esta manera y utilizando las redes bayesianas, se ha resuelto el problema de forma eficiente, limitando el número de grados de libertad en base a las dependencias e independencias obtenidas de los datos, obtenidas en el grafo resultante. En este caso, y para la variable estrés, únicamente se han tenido en cuenta los niveles 1 y 5 de estas variables, limi-

tando de esta manera los grados de libertad del modelo propuesto. Así, la función de probabilidad conjunta se ha definido a través de una factorización de funciones locales de probabilidad, en base a la probabilidad de cada variable condicionada a sus padres:

$$p(x) = \prod_i p(x_i | \pi_i)$$

Una vez definido el modelo probabilístico $p(x)$, las Redes Bayesianas han permitido calcular, por una parte, las probabilidades iniciales ó marginales $p(X_i = x_i)$, para cada estado x_i de cada variable x_i de x . Estas probabilidades se denominan ‘a priori’ o iniciales y corresponden al estado inicial de las variables en el conjunto de datos (las frecuencias de los distintos estados). En este caso, las probabilidades iniciales para cada variable del modelo estudiado se representan a continuación:

2.2.1. Para las cargas laborales

Tabla 1. Probabilidades iniciales para la variable “ritmo de trabajo alto”.

	RITMO DE TRABAJO	PROBABILIDAD INICIAL
Grupo 1	Casi nunca	19,16%
Grupo 2	¼ parte del tiempo.	13,33%
Grupo 3	½ del tiempo.	12,93%
Grupo 4	¾ partes del tiempo.	9,21%
Grupo 5	Casi siempre.	13,76%
Grupo 6	Siempre.	9,84%

La tabla nº 1 representa seis niveles ó grupos distintos de probabilidades iniciales para la variable “ritmo de trabajo”. Por ejemplo, para el grupo 2, con los datos obtenidos de la encuesta europea, el 13 % aprox. de los encuestados asegura que una cuarta parte de su jornada laboral está sometida a ritmos de trabajo altos.

2.2.2. Para las cargas familiares

Tabla 2. Probabilidades iniciales para la variable cuidado de niños.

	CUIDADO DE NIÑOS	PROBABILIDAD INICIAL
Grupo 1	Nunca	30,70%
Grupo 2	1 ó 2 veces al año	4,54%
Grupo 3	1 ó 2 veces al mes	6,76%
Grupo 4	1 ó 2 veces a la semana.	9,13%
Grupo 5	Menos de 1 hora al día.	8,52%
Grupo 6	Más de 1 hora al día.	28,81%

En este caso las probabilidades marginales o iniciales, se ven identificadas a través de la tabla nº 2 en seis grupos ó niveles que indican el tiempo dedicado al cuidado de niños.

Tabla 3. Probabilidades iniciales para la variable cuidado de personas mayores

	CUIDADO DE PERSONAS MAYORES	PROBABILIDAD INICIAL
Grupo 1	Nunca	65,18%
Grupo 2	1 ó 2 veces al año	3,43%
Grupo 3	1 ó 2 veces al mes	5,24%
Grupo 4	1 ó 2 veces a la semana.	6,79%
Grupo 5	Menos de 1 hora al día.	3,18%
Grupo 6	Más de 1 hora al día.	5,70%

Exactamente igual que en el caso anterior, en la tabla nº 3 se pueden ver las probabilidades marginales o iniciales, que indican los 6 grupos ó niveles, los cuales, van a definir el tiempo empleado por los encuestados en el cuidado de las personas mayores.

Tabla 4. Probabilidades iniciales para la variable tareas domésticas del hogar.

COCINAR Y TAREAS DOMÉSTICAS		PROBABILIDAD INICIAL
Grupo 1	Nunca	17,71%
Grupo 2	1 ó 2 veces al año	4,60%
Grupo 3	1 ó 2 veces al mes	6,60%
Grupo 4	1 ó 2 veces a la semana.	12,68%
Grupo 5	Menos de 1 hora al día.	14,18%
Grupo 6	Más de 1 hora al día.	40,51%

Para el caso de la variable “realización de las tareas domésticas del hogar”, se puede observar en la tabla nº 4, los seis grupos que se han definido para identificar el tiempo que emplean los encuestados en la realización de dichas tareas.

2.2.3 Probabilidades iniciales para la variable estrés.

Tabla 5. Probabilidades iniciales para la variable estrés

ESTRÉS		PROBABILIDAD INICIAL
Grupo 1	Muy bajo estrés	16,14%
Grupo 2	Bajo estrés.	19,16%
Grupo 3	Medio estrés	35,72%
Grupo 4	Alto estrés	15,38%
Grupo 5	Muy alto estrés	10,64%

Así, para la variable estrés se han creado 5 niveles distintos que se pueden asociar a cinco probabilidades iniciales diferentes tal y como se observa en la tabla nº 5. Los niveles altos de estrés corresponden al nivel 5, y los niveles bajos al nivel 1. Por ejemplo, para el 10 % aprox. de los encuestados el nivel de estrés en su trabajo es muy alto.

Una vez obtenidas las probabilidades “a priori”, las redes han permitido calcular las probabilidades condicionadas para cada variable, dada una cierta evidencia e (por ejemplo dado el valor de algunas variables del modelo: ritmo de trabajo=1). Estas nuevas probabilidades reflejan el efecto de la evidencia en las restantes variables del modelo (por ejemplo el efecto de que la variable cuidado de niños tenga el valor 1). La diferencia entre las probabilidades marginales y las condicionadas permite analizar qué respuestas influyen más en que el nivel de estrés sea elevado, permitiendo así explorar y cuantificar los resultados de la encuesta a través de los estudios de sensibilidad que se expondrán en el capítulo de resultados. El proceso más complejo en el uso de la redes bayesianas es el aprendizaje del modelo a partir de los datos. Para ello, han sido desarrollados distintos algoritmos basados en test estadísticos de dependencia y en búsqueda automática de modelos óptimos, que representan el conjunto de datos dado [16]. Estos algoritmos permiten obtener, con la mínima supervisión humana una red bayesiana a partir de los datos disponibles. En la actualidad existen numerosas herramientas que permiten hacer este proceso de forma cómoda y eficiente: [17], Genie (<http://genie.sis.pitt.edu/>), Netica (<http://www.norsys.com>), Matlab etc. En este estudio se ha considerado, debido a la gran cantidad de datos con los que se ha trabajado, utilizar como herramienta de cálculo el “matlab”. Un software que nos va

a permitir obtener resultados válidos de una manera rápida y eficaz. Distintos autores aplican la metodología de redes bayesianas en el ámbito de las condiciones de trabajo y la seguridad y salud laboral [18],[19],[20],[21],[22],[23] y [24].

2.3. Validación del modelo (Estrés-Cargas familiares-Ritmo de trabajo)

La validación de resultados se ha realizado utilizando el método la curva ROC (Receiver Operating Characteristic). Es una representación gráfica de la sensibilidad frente a $(1 - \text{especificidad})$ para un sistema clasificador binario según se varía el umbral de discriminación (Fig.2). ROC también puede significar Relative Operating Characteristic porque es una comparación de dos características operativas (VPR y FPR) según cambiamos el umbral para la decisión [25], [26], [27] ó [28].

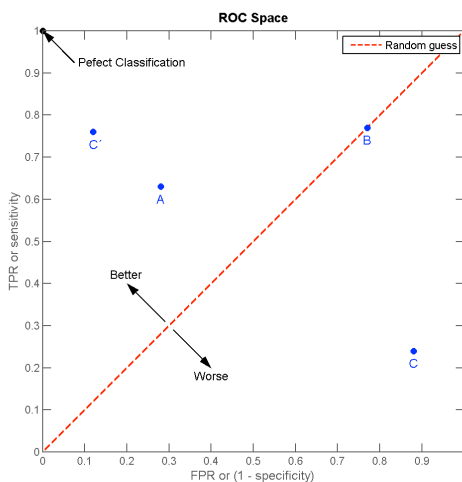


Figura 2. Espacio ROC [29]

La comunidad de aprendizaje automático utiliza el estadístico AUC según [29]. Tanto para la validación del modelo presentado como para los estudios de sensibilidad de todas las variables, se ha utilizado el programa “matlab”, como se ha explicado anteriormente, como herramienta de aplicación a las redes bayesianas para el cálculo de las probabilidades de estrés del modelo global, que engloban todas las variables que se utilizan en este modelo (cargas familiares, ritmo de trabajo y estrés). El código “matlab” empleado se ha diseñado con el objetivo fundamental de calcular las probabilidades de estrés para cada evidencia deseada de las variables de estudio que intervienen en el modelo global definido en la Fig.1. El modelo propuesto ha sido creado teniendo en cuenta el 75% de los datos analizados para su creación y el 25% de los datos restantes para su validación, dándole así la consistencia y la veracidad necesaria para su aplicación. En este caso particular y para el modelo definido, los “AUC” obtenidos en la curva ROC, a través de la aplicación directa de las redes bayesianas utilizando el “Matlab” se muestran en la tabla nº 6. Pudiendo observar que han estado siempre por encima de 0.6 tal y como nos explicaba [29] en sus estudios.

Tabla 6. Valores “AUC” para la relación entre las cargas familiares y el ritmo de trabajo

	AUC	
	NIVEL 1	NIVEL 5
CUIDADO DE NIÑOS CUIDADO DE MAYORES TAREAS DOMÉSTICAS RITMO DE TRABAJO	0,61	0,70

A la vista de estos datos, podemos asegurar que los resultados obtenidos que se expondrán a continuación quedan validados a través de la curva ROC.

3. RESULTADOS

3.1. Estudio de sensibilidad de las cargas laborales sobre el estrés

Las tablas que se muestran a continuación indican las probabilidades de estrés en el nivel 1 y 5, situación inicial y las probabilidades de estrés cuando en el modelo global se marcan como evidencias los diferentes estados de las variables que se quieran analizar. Estas evidencias se muestran en las tablas entre paréntesis a la derecha de la variable correspondiente.

3.1.1. Influencia del ritmo de trabajo sobre el estrés

Tabla 7. Probabilidades de sufrir estrés respecto a la variable ritmo de trabajo.

RITMO DE TRABAJO	% PROBABILIDAD DE ESTRÉS	
	NIVEL 1	NIVEL 5
Muy bajo	29,36	19,97
Bajo	23,97	22,86
Moderado	25,15	23,81
Normal	23,77	25,56
Alto	22,34	31,34
Muy alto	20,69	37,59
% de probabilidad inicial de estrés	16,14	10,64

En esta tabla podemos destacar la influencia por si sola de la variable del ritmo de trabajo sobre la variable principal de estudio que es el estrés. Por un lado, podemos observar que existen 6 niveles distintos para la variable ritmo de trabajo y por otro lado 2 niveles de estrés que nos van a identificar su grado de intensidad. Para el nivel 5 (la probabilidad de sufrir estrés es alta) y para el nivel 1 (la probabilidad de sufrir estrés es baja). Como datos significativos se puede resaltar que para ritmos de trabajo muy altos la probabilidad de sufrir altos niveles de estrés sería de un 37.59% respecto a un 10.64 % de probabilidad inicial (26.95 puntos de diferencia). Por otro lado, cabe destacar que para ritmos de trabajo muy bajos la probabilidad de sufrir niveles de estrés pequeños aumentaría de un 16.14% inicial a un 29.36 % (13.22 puntos). Según estos datos, podemos concluir diciendo que la variable ritmo de trabajo es una variable muy importante dentro de las cargas laborales afectando significativamente sobre los niveles de estrés.

3.2. Estudio de sensibilidad de las cargas familiares sobre el estrés

A continuación se muestran los análisis de sensibilidad correspondientes a la combinación de cargas familiares (cuidado de niños, cuidado de mayores y realiza-

ción de tareas domésticas del hogar) sobre el estrés. En éste caso, calculamos la probabilidad de sufrir estrés estableciendo las evidencias más significativas para cada combinación de cargas familiares, como se muestra en la tabla adjunta.

Tabla 8. Probabilidades de sufrir estrés respecto a cargas familiares.

CARGAS FAMILIARES	% PROB. DE ESTRÉS	
	NIVEL 1	NIVEL 5
% PROBABILIDAD INICIAL DE ESTRÉS	16,14	10,64
CUIDADO DE NIÑOS (más de 1 hora/día)		
CUIDADO DE MAYORES (más de 1 hora/día)	11,66	14,91
TAREAS DOMÉSTICAS (más de 1 hora/día)		
CUIDADO DE NIÑOS (casi nunca)		
CUIDADO DE MAYORES (casi nunca)	13	12,39
TAREAS DOMÉSTICAS (casi nunca)		
CUIDADO DE NIÑOS (más de 1 hora/día)		
CUIDADO DE MAYORES (casi nunca)	11,92	12,42
TAREAS DOMÉSTICAS (casi nunca)		
CUIDADO DE NIÑOS (casi nunca)		
CUIDADO DE MAYORES (más de 1 hora/día)	19,15	7,45
TAREAS DOMÉSTICAS (casi nunca)		
CUIDADO DE NIÑOS (casi nunca)		
CUIDADO DE MAYORES (casi nunca)	12,12	11,2
TAREAS DOMÉSTICAS (más de 1 hora/día)		

En general, las cargas familiares por si solas no implican un incremento significativo de las probabilidades de sufrir estrés.

En el caso de cargas familiares, cuando sumamos el cuidado de niños, el cuidado de mayores y la realización de tareas domésticas del hogar aumentamos la probabilidad de un 10,64 % inicial a un 14,91%, es decir, 4,27 puntos.

3.3. Estudio de sensibilidad el conjunto de las cargas familiares y laborales sobre el estrés

A continuación se exponen los resultados del conjunto de cargas familiares y laborales sobre el estrés, que son realmente los que nos van a marcar las diferencias con respecto a los estudios por separado vistos anteriormente.

Tabla 9. Probabilidades de estrés respecto a cargas familiares y el ritmo de trabajo.

% PROBABILIDAD INICIAL DE ESTRÉS	% PROBABILIDAD DE SUFRIR ESTRÉS			
	CARGAS FAM. + RITMO DE TRABAJO		CARGAS FAMILIARES	
	NIVEL 1	NIVEL 5	NIVEL 1	NIVEL 5
	16,14	10,64	16,14	10,64
CUIDADO DE NIÑOS (más de 1 hora/día)				
CUIDADO DE MAYORES (más de 1 hora/día)	12,35	34,06	11,66	14,91
TAREAS DOMÉSTICAS (más de 1 hora/día)				
RITMO DE TRABAJO (muy alto)				
CUIDADO DE NIÑOS (más de 1 hora/día)				
CUIDADO DE MAYORES (más de 1 hora/día)	18,3	5,36	11,66	14,91
TAREAS DOMÉSTICAS (más de 1 hora/día)				
RITMO DE TRABAJO (muy bajo)				
CUIDADO DE NIÑOS (casi nunca)				
CUIDADO DE MAYORES (casi nunca)	10,66	34,17	13	12,39
TAREAS DOMÉSTICAS (casi nunca)				
RITMO DE TRABAJO (muy alto)				
CUIDADO DE NIÑOS (casi nunca)				
CUIDADO DE MAYORES (casi nunca)	19,43	4,76	13	12,39
TAREAS DOMÉSTICAS (casi nunca)				
RITMO DE TRABAJO (muy bajo)				

En esta tabla se han representado por un lado las probabilidades de sufrir estrés en combinación de las cargas familiares y distintos niveles de ritmo de trabajo (muy alto y muy bajo), y por otro lado las probabilidades de sufrir estrés teniendo únicamente en cuenta las cargas familiares altas. Como datos relevantes podemos destacar el aumento del 14.91% de probabilidad de sufrir estrés en el caso únicamente de tener cargas familiares altas hasta un 34.06% de probabilidad de sufrir estrés si lo combinamos con un ritmo de trabajo muy alto. Si por el contrario analizamos la combinación

de cargas familiares altas y ritmos de trabajo muy bajos la probabilidad de sufrir niveles de estrés elevados disminuye de un 14.91% a un 5.36%.

4. DISCUSION

4.1. Conclusiones generales

Afrontamos a continuación el planteamiento de las conclusiones que, a la vista de los resultados obtenidos, se extraen en la presente investigación sobre el modelo creado para el cálculo de las probabilidades de estrés teniendo en cuenta las variables que integran las cargas familiares y las cargas laborales empleadas en la investigación.

Este estudio pretende, a través de datos reales validados de la "V EWCS", crear un modelo que satisfaga y cuantifique de manera objetiva el valor de la variable estrés en combinación con las cargas laborales y familiares. En efecto, tras obtenerse los datos arrojados a través de las herramientas metodológicas utilizadas y luego del análisis estadístico de las mediciones efectuadas, los coeficientes de validación calculados entre las distintas variables fueron altos y significativos en todas las variables que engloban el modelo. Los hallazgos ratifican el enfoque en torno a la variable estrés relacionada con las cargas laborales y familiares considerando importante y necesario el estudio de estas combinaciones que afectan de manera significativa al conjunto de la vida. Así, el soporte teórico de la investigación, enmarcado en las teorías centradas en los efectos del estrés, apoya los resultados obtenidos mediante el modelo creado, permitiendo relacionar significativamente ambos campos, tanto el familiar como el laboral, desarrollar observaciones en torno a la variable principal del estrés y demostrar empíricamente cuales son las variables más significativas para paliar ó reducir los efectos del estrés.

4.2. Conclusiones específicas

4.2.1. Influencia sobre el estrés por separado de las cargas laborales y familiares

Según lo expuesto en la introducción, uno de los primeros estudios que se tuvieron en cuenta al hablar de cargas laborales fue identificar como variable principal en este campo la variable "ritmo de trabajo". Los resultados obtenidos consolidan esta idea, ya que la probabilidad de sufrir niveles altos de estrés cuando se trabaja con ritmos de trabajo elevados aumenta de un 10,64% hasta un 37.59%. Por otro lado y como se ha demostrado, si se trabaja con ritmos bajos, la probabilidad de sufrir niveles bajos de estrés aumentaría 13.22 puntos respecto a las probabilidades iniciales ó marginales. A la vista de estos resultados, queda consolidada la importancia de la variable "ritmo de trabajo" en el modelo propuesto para la combinación de ambos aspectos (laboral y familiar). Si nos fijamos ahora en la influencia sobre el estrés de las cargas familiares por separado, se puede garantizar que la probabilidad de sufrir niveles de estrés altos no aumenta demasiado, subiendo en este caso, únicamente 4,27 puntos para combinaciones de cargas familiares altas, es decir, cuando el tiempo empleado en el cuidado de niños, mayores y la realización de tareas domésticas del hogar supera la hora al día. De esta manera se puede concluir diciendo que las cargas laborales por separado, influyen en mayor medida, en la probabilidad de sufrir niveles altos de estrés, más que las cargas familiares por separado.

4.2.2. Influencia sobre el estrés en combinación de las cargas familiares y el ritmo de trabajo

Tal y como se ha visto en el apartado de resultados, se ha demostrado cómo influye en la probabilidad de sufrir altos niveles de estrés, el conjunto de las cargas familiares (cuidado de niños, cuidado de mayores y realización de tareas domésticas del hogar) con la variable ritmo de trabajo, observando que la carga laboral que más afecta para tener probabilidades altas de sufrir estrés, es el ritmo de trabajo alto, elevando su probabilidad de un 14.91% hasta un 34.06%. Si estudiamos ésta combinación cuando las cargas familiares son muy pequeñas y el ritmo de trabajo es muy bajo, las probabilidades de sufrir poco estrés aumentan únicamente de un 12,39% hasta un 19,43%, es decir 7,04 puntos. Por tanto, se puede concluir en este apartado que la combinación de cargas familiares con la variable ritmo de trabajo es más influyente cuando tenemos cargas familiares altas y ritmos de trabajo muy altos. Para cargas familiares altas, y un ritmo de trabajo muy bajo, reducimos la probabilidad de sufrir estrés en 9,55 puntos. Para cargas familiares bajas, y un ritmo de trabajo alto, la probabilidad de sufrir estrés aumentaría en 21,78 puntos. En este análisis se observa que el ritmo de trabajo ejerce una influencia muy importante sobre el estrés. Por lo que se puede concluir diciendo, que existe una relación importante entre las cargas familiares y el ritmo de trabajo sobre la probabilidad de sufrir estrés. Actuando en la medida que sea posible sobre ésta variable, y con los medios de los que disponga cada empresa, podremos reducir considerablemente las probabilidades de sufrir niveles de estrés altos tanto en el mundo laboral como en el familiar.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecer a la Fundación Europea para la mejora de condiciones de vida y trabajo, sita en Dublín, su ayuda, al facilitarnos los datos de la “V EWCS”.

REFERENCIAS

- [1] Cox, T. and C.J. Mackay, A transactional approach to occupational stress. 1981, New York: Corlett y J. Richardson (Eds.).
- [2] Selye, H. and H.S. Ogilvie, The stress of life. 1956, New York: McGraw-Hill.
- [3] McGrath, J.E., et al., Social and psychological factors in stress. 1970: Holt, Rinehart and Winston New York.
- [4] Edwards, J.R., The determinants and Consequences of Coping with stress. Causes, Coping and Consequences of Stress at Work. Chichester, ed. J.W.a. Sons. 1988, New York: C.L. Cooper y R. Payne.
- [5] French, J.R.P. and R.L. Kahn, A programmatic approach to studying the industrial environment and mental health. The Journal of Social 1962(18, 1-47).
- [6] Harrison, R.V., Person-environment fit and job stress. Current Concerns in Occupational Stress. , ed. C.L.C.y.R. Payne. 1978, London: Wiley and Sons.
- [7] Matteson, M.T. and J.M. Ivancevich, Controlling Work Stress. Effective Human Resource and Management Strategies. 1987, San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- [8] Peiró, J.M. and A. Salvador, Control del estrés Laboral., ed. E.E.U.C.D. MADRID). 1993, Madrid (España): Eudema Psicología.

- [9] Lazarus, R.S. and S. Folkman, Stress, appraisal, and coping. 1984, New York: Springer Publishing Company.
- [10] Lawton, M.P., et al., A two-factor model of caregiving appraisal and psychological well-being. *Journals of Gerontology*, 1991. 46(4): p. P181-P189.
- [11] Rabins, P.V., Caring for persons with dementing illnesses. A current perspective. . *Progress in Alzheimer's disease and similar conditions*, ed. En L. L. Heston (Ed.). Vol. (pp. 277-289). . 1997, Washington D.C: American Psychiatric Press.
- [12] Belsky, S., The determinants of parenting. A process model. *Child development*. *American Journal of Community Psychology*, 1984. 55: p. 83-96.
- [13] Abidin, R., The determinants of parenting behavior. *Journal of clinical Child Psychology*, 1992. 21: p. 407-412.
- [14] Mannino, C.A. and F.M. Deutsch, Changing the division of household labor: A negotiated process between partners. *Sex Roles*, 2007. 56(5-6): p. 309-324.
- [15] Bø, I., Equal gender opportunity: Couples in the gap between principles and practice. *Community, Work and Family*, 2008. 11(4): p. 439-455.
- [16] Castillo, E., J.M. Gutiérrez, and A.S. Hadi, Expert systems and probabilistic network models. 1997: Springer Verlag.
- [17] Hugin, <http://www.hugin.com>. 2012.
- [18] Zhou, Q., D. Fang, and X. Wang, A method to identify strategies for the improvement of human safety behavior by considering safety climate and personal experience. *Safety Science*, 2008. 46(10): p. 1406-1419.
- [19] McCabe, B., et al., Individual safety and health outcomes in the construction industry. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 2008. 35(12): p. 1455-1467.
- [20] Ren, J., et al., A methodology to model causal relationships on offshore safety assessment focusing on human and organizational factors. *Journal of Safety Research*, 2008. 39(1): p. 87-100.
- [21] Galan, S.F., A. Mosleh, and J.M. Izquierdo, Incorporating organizational factors into probabilistic safety assessment of nuclear power plants through canonical probabilistic models. *Reliability Engineering & System Safety*, 2007. 92(8): p. 1131-1138.
- [22] Mohaghegh, Z. and A. Mosleh, Measurement techniques for organizational safety causal models: Characterization and suggestions for enhancements. *Safety Science*, 2009. 47(10): p. 1398-1409.
- [23] Martín, J.E., et al., A Bayesian network analysis of workplace accidents caused by falls from a height. *Safety Science*, 2009. 47(2): p. 206-214.
- [24] García-Herrero, S., et al., Working conditions, psychological/physical symptoms and occupational accidents. Bayesian network models. *Safety Science*, 2012. 50(9): p. 1760-1774.
- [25] Fawcett, T., An introduction to ROC analysis. *Pattern Recognition Letters*, 2006. 27(8): p. 861-874.
- [26] Zou, K.H., A.J. O'Malley, and L. Mauri, Receiver-operating characteristic analysis for evaluating diagnostic tests and predictive models. *Circulation*, 2007. 115(5): p. 654-657.

-
- [27] Swets, J., *Signal Detection Theory and Roc Analysis in Psychology and Diagnostics: Collected Papers*. 1996, Mahwah New York): Lawrence Erlbaum Associates
 - [28] Fogarty, J., R. Baker, and S. Hudson, *Case studies in the use of ROC curve analysis for sensor-based estimates in human computer interaction*. 2005, University of Waterloo (Canada): Proceeding GI '05 Proceedings of Graphics Interface 2005 (ed).
 - [29] Fawcett, T., *ROC Graphs: Notes and Practical Considerations for Researchers*. 2004, Palo Alto (USA): Kluwer Academic Publishers (ed).
 - [30] Abidin, R., *Introduction to the special issue: The stress of parenting*. *Journal of clinical Child Psychology*, 1990. 19: p. 298-301.

USO DE METAHEURÍSTICOS PARA LA SELECCIÓN DE CARTERAS CON RESPONSABILIDAD SOCIAL

LARA CEPÁ SERRANO

*Doctorando del Departamento de Economía Aplicada
Universidad de Burgos
lcepa@ubu.es*

RESUMEN

El objetivo de este documento es realizar una revisión de métodos heurísticos utilizados para la resolución de problemas de decisión en la selección de carteras.

Durante los últimos años y en gran medida por la situación que viven los mercados, se está introduciendo conceptos hasta ahora inadvertidos en los mercados financieros que impulsan valor añadido a las empresas y relacionados con la responsabilidad, el buen gobierno, la transparencia y otros aspectos sociales y medioambientales. El criterio económico, aunque todavía sigue siendo importante, ya no es el principal criterio de decisión.

Desde el punto de vista práctico de la selección y optimización de carteras, el modelo de Markowitz ignora estos nuevos criterios y restricciones del mundo financiero real, añadiendo al modelo original de cierta complejidad. El problema se vuelve de tipo entero mixto no-lineal, NP-hard, y los algoritmos clásicos no son capaces de resolverlo. Afortunadamente, los métodos heurísticos permiten incluir restricciones al modelo y encontrar solución.

Palabras clave: heurísticos, selección de carteras, responsabilidad social.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to analyze the heuristic methods in decision problems in portfolio selection.

In recent years and largely by the financial situation, there are being introduced some concepts hitherto unnoticed in financial markets that drive value to business and related to responsibility, governance, transparency and other social and environmental issues. Although the economic approach is still important, it is no longer the main decision criterion.

From a practical point of view of selection and portfolio optimization, the Markowitz's model ignores these new concepts and financial constraints from the real world, adding to the original model some complexity. The problem becomes non-linear mixed integer one, NP-hard, and classic algorithms are not able to solve it. Fortunately, heuristic methods allow restrictions in the model and get solutions.

Keywords: Heuristics, portfolio selection, social responsibility.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la cada vez mayor complejidad financiera, se ha visto necesario la utilización de técnicas metaheurísticas en distintos problemas del ámbito financiero, obteniéndose buenas soluciones en un tiempo prudencial.

Las razones para emplear algoritmos metaheurísticos frente a otros algoritmos de optimización, se pueden encontrar en el tiempo para encontrar una solución y en la flexibilidad de los metaheurísticos con respecto a las funciones objetivo y las restricciones. Mientras que los métodos exactos alcanzan el óptimo global pero a costa de un tiempo de computación excesivo, en otros muchos casos con problemas de desbordamiento de memoria, etc., los algoritmos aproximados, ante estas limitaciones que los exactos han presentado, proporcionan soluciones de alta calidad para los problemas combinatorios en un tiempo computacional breve. En cuanto a la flexibilidad, los metaheurísticos pueden usarse con cualquier función (ya sea lineal o no lineal), y con cualquier restricción. Además, las soluciones de los algoritmos metaheurísticos se pueden refinar con otros algoritmos de optimización, con lo que pueden ser procesos para iniciar otras optimizaciones posteriores.

El documento se estructura de la manera siguiente. En el primer apartado se analizan distintas situaciones del mundo financiero donde se han aplicado heurísticos para su resolución. En el segundo nos centraremos en el problema de selección de carteras, donde se estudiará, partiendo del modelo *Media-Varianza* de Markowitz, la inclusión de nuevos criterios y restricciones y métodos de resolución, realizando una revisión por la literatura de las técnicas heurísticas.

2. APLICACIÓN DE HEURÍSTICOS EN FINANZAS

Los algoritmos metaheurísticos han sido aplicados a números campos de las finanzas entre los que podemos destacar: la optimización de carteras, la quiebra empresarial, el scoring de crédito, el análisis técnico o el ajuste de curva de tipos entre otros.

Respecto a la *insolvencia empresarial* (entendida como estado concursal de suspensión de pagos y quiebra), desencadena grandes pérdidas para los accionistas, empleados, clientes y otros agentes, junto con el gran coste económico y social que supone. La precisión en la predicción de insolvencia ha sido un objetivo de vital importancia en finanzas desde los años 60, realizándose grandes esfuerzos para encontrar variables contables y/o financieras que permitan anticiparla. Pacheco, Casado et al. (2006) y Pacheco, Casado et al. (2009) abordan el problema de predecir la insolvencia empresarial a partir de un conjunto de ratios financieros. Al ser el número de ratios alto, un objetivo importante es seleccionar un subconjunto reducido de estos que permitan predecir la insolvencia empresarial de forma eficaz. Concretamente en estos trabajos se proponen un método de selección de ratios para su uso posterior en el análisis discriminante y regresión logística. Este método es un algoritmo basado en la estrategia metaheurística Búsqueda Tabú. Tras realizar una serie de experiencias computacionales, se comprueba que a través de este método se obtienen significativamente mejores resultados que con los métodos tradicionales como *Stepwise*, *Backward* y *Forward* (usados por los paquetes estadísticos).

El riesgo de crédito es uno de los temas más importantes en el sector bancario; por lo tanto, la evaluación y valoración del crédito (*credit scoring*) ha ganado cada vez más atención en los últimos años. Dentro de los trabajos sobre *valoración del crédito*, en Ong, Lim et al. (2006) se utiliza algoritmos meméticos para evaluar el éxito o fracaso de los créditos. Aliehyaei (2012) emplea un algoritmo basado en optimización de colonias de hormigas para predecir la confianza de devolución de los créditos.

Dentro de los trabajos sobre la *planificación financiera*, Chan, Wong et al. (2002) emplea algoritmos genéticos para hacer una planificación multiperiodo; intentan maximizar la riqueza combinando liquidez e inversión en renta variable china. Yu y Huang (2013) emplean un algoritmo metaheurístico para desarrollar modelos de simulación mejorando a las técnicas tradicionales de planificación financiera.

3. SELECCIÓN DE CARTERAS

3.1. Modelo de Markowitz

La mayoría de las técnicas de construcción y administración de carteras está basada en la Teoría de Selección de Carteras, desarrollada por el Premio Nobel de Economía de 1990, Harry Markowitz. Su trabajo (Markowitz, 1952), se ha convertido en un referente teórico fundamental que ha dado lugar a múltiples desarrollos y derivaciones. Sin embargo, en la práctica, la utilización de su modelo no es tan amplia como podría esperarse de su éxito teórico.

En su modelo Markowitz recoge de forma explícita los rasgos fundamentales de la conducta racional del inversor: busca aquella composición de la cartera que haga máximo su rendimiento para un determinado nivel de riesgo, o que minimice el riesgo de la cartera dado el nivel de rentabilidad. Para medir la rentabilidad de la cartera, Markowitz utiliza la media o esperanza matemática del rendimiento esperado en el futuro, que sólo se conoce en términos de probabilidad. Y como medida de riesgo, utiliza la desviación típica o estándar. De ahí que al modelo de Markowitz, modelo de dos dimensiones, también se le conoce como Modelo de *Media-Varianza*.

Desde el punto de vista práctico, el modelo de Markowitz no tiene en cuenta nuevas medidas o criterios así como las restricciones del mundo financiero real, que añaden al modelo original cierta complejidad.

3.2. Inclusión de nuevos criterios y restricciones

En los últimos años la Responsabilidad Social ha ido cobrando cada vez más relevancia tanto en el ámbito nacional como en el internacional en todos los sectores económicos. En el ámbito de la empresa, ya centran sus esfuerzos no sólo en obtener beneficios (tal y como sucedía en la teoría clásica), sino que se han introduciendo conceptos hasta ahora inadvertidos en los mercados financieros y relacionados con la responsabilidad, el buen gobierno, la transparencia y otros aspectos sociales y medioambientales.

Este cambio también ha afectado a las decisiones de inversión y financiación surgiendo así la Inversión Socialmente Responsable. Aunque el criterio económico es importante, para muchos inversores ya no es el principal criterio de decisión, y las preocupaciones sociales, éticas y/o medioambientales son integradas junto con los objetivos de inversión financieros.

El enfoque más simple y frecuente en la literatura para introducir las preferencias del inversor sobre Responsabilidad Social ha sido como una restricción, es decir, limitando el abanico de activos candidatos aquellos que sean catalogados como socialmente responsables. Sin embargo, resulta mucho más apropiado introducirlas como un tercer objetivo junto con la maximización de la rentabilidad y la minimización del riesgo, en un contexto de optimización multiobjetivo.

Por otra parte, el mundo real financiero requiere determinadas exigencias y limitaciones procedentes, entre otros del inversor o de la propia regulación, que se materializan a través de restricciones en el modelo, añadiéndole complejidad. La complejidad a la que hace referencia está relacionado con el tamaño del problema (las carteras pueden estar formadas por multitud de activos y en consecuencia el número de combinaciones puede ser inmenso) y con el número de restricciones. (Mansini, Ogryczak et al., 2015). De tal manera que cuantas más restricciones se agreguen y más activos se estén manejando, el modelo se vuelve más complicado. De ahí la importancia de que el modelo tenga, entre otras, una restricción de cardinalidad, es decir seleccionar un número predeterminado de activos que formarán parte de la cartera.

Otras restricciones a tener en cuenta son: costes de transacción, umbrales mínimos y máximos de inversión en cada activo, no negatividad entre otras.

3.3. Métodos de resolución del problema de selección de carteras

3.3.1. Programación cuadrática

La versión básica del modelo *Media-Varianza* de Markowitz, se puede resolver mediante el método tradicional de “Programación Cuadrática”, el cual ha sido empleado por diversos autores en el pasado. Por ejemplo, la adaptación al método de Simplex por Wolfe (1959), proporciona una estrategia de cálculo para encontrar el mínimo de la función cuadrática cuyas variables están condicionadas por restricciones lineales de desigualdad. Otra alternativa es el método de Lagrange, la cual se puede utilizar si se relaja el supuesto básico de Markowitz para que haya ventas en corto¹, es decir, no exigiendo que las soluciones sean positivas (la restricción de no-negatividad es omitida). Sin embargo y por desgracia, el método de Lagrange se muestra incapaz de solucionar el problema cuando se presenta esta restricción de no-negatividad.

3.3.2. Métodos heurísticos

A pesar de que el uso de la programación cuadrática parece adecuado para la resolución del modelo de Markowitz, en muchas ocasiones se utilizan medidas de riesgo (tales como el VaR y CVaR) y de rentabilidad distintas a las planteadas originalmente y se tienen en cuenta restricciones relacionadas con el mundo real financiero (por ejemplo, restricciones de cardinalidad). El problema se vuelve de tipo entero mixto no-lineal, que además es en este caso NP-hard, y los algoritmos clásicos sólo son capaces de resolverlo cuando el tamaño del problema es pequeño.

¹ Una venta en corto es una operación de venta que se realiza con valores que se han tomado prestados. El inversor que venda en corto deberá recomprar los valores en el mercado en un momento posterior para devolvérselos al prestamista en el tiempo acordado. Las operaciones en corto son realizadas cuando se espera un descenso de la cotización del valor de que se trate.

Existen diversas alternativas, entre las que encontramos los métodos heurísticos que, como se ha comentado antes, permiten incluir restricciones al modelo y utilizar nuevas medidas de rentabilidad y riesgo para encontrar solución. Los experimentos computacionales resultantes de métodos heurísticos, demuestran la capacidad para encontrar buenas soluciones en tiempos aceptables, permitiendo además la modificación o sustitución de la función objetivo sin tener la necesidad de alterar al algoritmo, por lo que resulta muy versátil al no estar basado en ninguna propiedad restrictiva del modelo.

Uno de los primeros investigadores que han tratado de resolver este tipo de modelos de selección de carteras con técnicas heurísticas fue Perold (1984). En su trabajo propone un algoritmo que resuelve el modelo de la *Media-Varianza* a gran escala. La idea es que este método sea una técnica de propósito general, es decir, que pueda ser aplicable de forma eficaz a la amplia gama de modelos de cartera usados en el mundo de la inversión. Aunque el método está basado en programación cuadrática, se diferencia de su versión más común en cómo se establece la matriz de varianzas-covarianzas en función de los rendimientos (disminuye su densidad mediante la pequeña adición de algunas variables o restricciones) o en la inclusión de costes y límites de transacción.

Otro investigador que considera modelos más complejos que el de Markowitz fue Takehara (1993). Desarrolló una técnica de optimización de carteras contemplando restricciones realistas, empleando un algoritmo de punto interior para resolver tres tipos de modelos diferentes, entre ellos, el de la *Media-Varianza*. En él se muestra cómo esta estrategia se comporta especialmente bien en la optimización de carteras a gran escala. Por otra parte en Loraschi, Tomassini et al. (1995) propone un método basado en algoritmos genéticos.

A lo largo de la literatura se puede comprobar que, el problema de optimización con restricciones de cardinalidad ha atraído mayor atención. Ejemplo de ello, pueden verse los trabajos de Anagnostopoulos y Mamanis (2009), Anagnostopoulos y Mamanis (2011), Bertsimas y Shioda (2009), Branke, Scheckenbach et al. (2009), Chang, Meade et al. (2000), Chang, Yang et al. (2009), Chiam, Tan et al. (2008), Crama y Schyns (2003), Cura (2009), Derigs y Nickel (2003), Di Gaspero, Di Tollo et al. (2007), Ehrgott, Klamroth et al. (2004), Fernández y Gómez (2007), Fieldsend, Matatko et al. (2004), Gilli, Küllezi et al. (2006), Hochreiter (2007), Jobst, Horniman et al. (2001), Li, Sun et al. (2006), Maringer y Kellerer (2003), Schaerf (2002), Shaw, Liu et al. (2008), Soleimani, Golmakani et al. (2009); Streichert, Ulmer et al. (2004).

Otros autores han realizado trabajos de selección de carteras no sólo incluyendo restricciones de cardinalidad sino también teniendo en cuenta costes mínimos de transacción a través de técnicas heurísticas (Kellerer, Mansini et al. (2000), Mansini y Speranza (1999), demostrando que la introducción de costes fijos de las transacciones reduce el número de activos seleccionados, cambiando el resultado de la cartera en términos de títulos seleccionados y capital invertido.

Tampoco se puede obviar a los autores que han incluido en sus modelos restricciones de umbrales o límites mínimos y máximos respecto a la inversión de cada activo. Anagnostopoulos y Mamanis (2009), Anagnostopoulos y Mamanis (2010), Anagnostopoulos y Mamanis (2011), Bertsimas y Shioda (2009), Chiam, Tan et al. (2008), Crama y Schyns (2003), Cura (2009), Derigs y Nickel (2003), Di Gaspero, Di

Tollo et al. (2007), Ehrgott, Klamroth et al. (2004), Fernández y Gómez (2007), Gilli, Këllezi et al. (2006), Schaerf (2002).

3.3.3. Restricción de cardinalidad

Centrándonos en aquellos trabajos que incluyen la restricción de cardinalidad en sus modelos, es decir, aquellos que limitan el número de activos en la cartera, podemos diferenciar aproximaciones exactas y las que utilizan métodos heurísticos. A continuación se ponen ejemplos de trabajos en la línea de resolución mediante heurísticos. (Para una mayor profundización, se puede consultar el trabajo de Woodside-Oriakhi, Lucas et al. (2011)).

Dada la dificultad de abordar el problema con métodos exactos, se han utilizado métodos metaheurísticos, especialmente desde un trabajo realizado por Chang, Meade et al. (2000), que incluyeron en el modelo de *Media-Varianza* restricciones de cardinalidad para especificar un número concreto de activos que formen la cartera y limitó la proporción de cada activo. Para su optimización, utilizó algoritmos genéticos, búsqueda tabú y temple simulado (*simulated annealing*).

Schaerf (2002) usa técnicas de búsqueda vecinal (principalmente, búsqueda tabú) y proponen nuevo algoritmos que combinen diferentes relaciones de vecindad.

Crama y Schyns (2003) proponen la aplicación del algoritmo de temple simulado demostrando ser una importante herramienta para la solución de muchos problemas de optimización de carteras al tener, como una de las principales ventajas sobre otros métodos heurísticos, la flexibilidad y habilidad de aproximarse al óptimo global en un tiempo computacional aceptable. Además, el algoritmo es capaz de manejar un mayor número de restricciones que otras aproximaciones encontradas hasta entonces en la literatura.

Maringer y Kellerer (2003) utilizaron un algoritmo híbrido flexible de búsqueda local que combina los principios de temple simulado con estrategias evolutivas. Como conclusiones de su trabajo, encontraron que esta metaheurística arrojaba resultados fiables y eficientes.

Ehrgott, Klamroth et al. (2004) formulan una jerarquía de objetivos que descompone el riesgo y la rentabilidad en cinco sub-objetivos, que posteriormente son combinados. Implementan cuatro técnicas diferentes de heurísticos (búsqueda local, temple simulado, búsqueda tabú y algoritmos genéticos).

Maringer (2006), emplea el temple simulado, para maximizar el ratio de Sharpe sujeto a restricciones de número de activos en cartera, de presupuesto y de no posiciones cortas en las proporciones de los activos.

Moral-Escudero, Ruiz-Torrubiano et al. (2006) presentan como estrategia la separación de la parte combinatoria (selección de activos) y la parte continua del problema en dos fases. El problema combinatorio es resuelto con temple simulado y con algoritmos genéticos con operadores de cruzamiento y mutación especialmente diseñados. Por su parte el problema continuo resultante (una vez que el subconjunto de productos a incluir en la cartera de inversión ha sido fijado), se resuelve mediante programación cuadrática.

Streichert y Tanaka-Yamawaki (2006) proponen el híbrido de un algoritmo evolutivo con búsqueda local. Este algoritmo memético multiobjetivo resulta ser un enfoque de doble filo: por un lado se mejora la velocidad de convergencia, mientras

que en otros casos se caen en óptimos locales cercanos a las soluciones iniciales con cierta facilidad.

Fernández y Gómez (2007) aplican un método basado en redes neurales artificiales, concretamente el modelo de Hopfield (1982), con el objetivo de trazar la curva eficiente. Además de las restricciones de cardinalidad limitan la cantidad de capital para ser invertido en cada activo. Los resultados obtenidos son comparados con los obtenidos utilizando otros tres métodos heurísticos (algoritmos genéticos, búsqueda tabú y temple simulado). Los resultados experimentales llevan a la conclusión de que ninguno de los cuatro métodos heurísticos supera a los demás. Sin embargo, el modelo de red neuronal proporciona un conjunto de soluciones con mayor calidad que las soluciones de los otros tres métodos heurísticos.

Chiam, Tan et al. (2008) presenta algoritmos multiobjetivos evolutivos y los resultados proporcionan mejores aproximaciones a la frontera eficiente que los métodos convencionales.

Branke, Scheckenbach et al. (2009) proponen un nuevo método evolutivo basado en combinar un algoritmo multiobjetivo con un algoritmo de programación cuadrática paramétrica. Este modelo incluye restricciones basadas en la ley de inversiones Alemana.

Chang, Yang et al. (2009) presentan un algoritmo genético, reemplazando en el modelo el objetivo por una ponderación de suma de riesgo y rentabilidad. También consideran medidas de riesgo diferentes a la varianza, tales como la semi-varianza, la desviación media absoluta y varianza con asimetría.

Pai y Michel (2009), aplican en una primera fase el análisis clúster para determinar el subconjunto de activos sobre el que invertir. Posteriormente utilizan una estrategia evolutiva para decidir qué proporción será invertida en cada uno de estos activos. Los resultados fueron probados en el Bombay Stock Exchange, (India) y and en el Tokyo Stock Exchange (Japón).

Soleimani, Golmakani et al. (2009), utilizan un algoritmo genético para resolver un problema con costes de transacción, restricción de cardinalidad y, por primera vez se tiene en cuenta la capitalización del sector como restricción, ya que los inversores tienden a invertir en sectores con mayor valor para reducir su riesgo.

Cura (2009), emplea un algoritmo basado en Cúmulo de Partícula (Particle Swarm Optimizacion, PSO) para la asignación de activos, partiendo de una formulación de *Media-Varianza* con restricciones de cardinalidad. A su vez, compara este algoritmo con algoritmos genéticos, la búsqueda tabú y el temple simulado. Cada partícula representa una cartera. Si una cartera no contiene el apropiado número de activos, entonces activos son añadidos o borrados de la cartera.

Anagnostopoulos y Mamanis (2010) adoptan el problema con tres objetivos y aplican tres algoritmos multiobjetivos evolutivos como son NSGA-II, SPEA2 y PESA.

Woodside-Oriakhi, Lucas et al. (2011) utilizan tres algoritmos metaheurísticos: algoritmos genéticos, búsqueda tabú y temple simulado para la configuración de la frontera eficiente con restricciones de cardinalidad. Sus resultados proporcionan mejor calidad en las soluciones que los heurísticos presentados en la literatura.

Di Gaspero, di Tollo et al. (2011), utilizan algoritmos de búsqueda local y búsqueda tabú con un enfoque *Media-Varianza* permitiendo posiciones cortas.

Deng, Lin et al. (2012) emplean un algoritmo basado en Cúmulo de Partículas (PSO) para resolver el problema de optimización con restricciones de cardinalidad y restricciones de umbrales. Los resultados de las pruebas indican que el algoritmo propuesto es mucho más robusto y eficaz que los algoritmos PSO existentes, especialmente para las carteras de inversión de bajo riesgo. Y en la mayoría de los casos superó al algoritmo genético, temple simulado y búsqueda tabú.

Vassiliadis, Dounias et al. (2012), proponen un método basado en temple simulado para ajustar los parámetros de diferentes métodos bio-inspirados propuestos en trabajos anteriores para diferentes modelos de selección de carteras.

Kao y Cheng (2013) propone para la resolución del modelo de optimización con restricciones de cardinalidad el algoritmo de optimización de alimentación bacteriana (BFO). El rendimiento del enfoque propuesto se evaluó en pruebas computacionales de los cinco conjuntos de datos de referencia, y los resultados se compararon con los obtenidos a partir algoritmos heurísticos existentes. El algoritmo BFO proporciona resultados superiores a los algoritmos heurísticos comparados en términos de calidad y tiempo de solución.

Lwin, Qu et al. (2014) tienen en cuenta restricciones de cardinalidad y lotes mínimos de contratación. Para la resolución, utilizan un algoritmo híbrido evolutivo y comparan los resultados con Non-dominated Sorting Genetic Algorithm (NSGA-II), Strength Pareto Evolutionary Algorithm (SPEA-2), Pareto Envelope-based Selection Algorithm (PESA-II) and Pareto Archived Evolution Strategy (PAES). Los resultados demuestran que el algoritmo propuesto supera significativamente a los algoritmos con los que se compara, respecto a la calidad de la frontera eficiente obtenida.

Tuba y Bacanin (2014) presentan un algoritmo basado en colonias de abejas mejorado por hibridación con otros algoritmos bio-inspirados (algoritmo luciérnaga), para la selección de carteras con restricciones de cardinalidad. En comparación con otras metaheurísticas (algoritmos genéticos, temple simulado, búsqueda tabú y PSO) muestra tener una calidad de resultados superior.

Chen (2015) considera en su modelo de desviación media absoluta (MAD), las restricciones de cardinalidad y costes de transacción. Para su resolución utiliza un algoritmo modificado colonia de abejas desarrollado para resolver el problema de optimización correspondiente.

Ruiz-Torrubiano y Suárez (2015) utilizan un método híbrido combinando el algoritmo genético y la programación cuadrática para abordar el programa de selección de carteras con restricciones de cardinalidad y costes de transacción lineal por tramos. Los resultados de este método híbrido se cotejan con una gama de estrategias de inversión tales como la gestión pasiva, la cartera igualmente ponderada, la cartera de varianza mínima, portafolios óptimos y sin restricciones de cardinalidad, haciendo caso omiso de los costos de etc.

Cadenas, Garrido et al. (2015) proponen un método híbrido de dos algoritmos genéticos para solucionar el modelo con restricciones de cardinalidad, variables semi-continuas y objetivos no puramente financieros.

4. CONCLUSIONES

La utilización de métodos heurísticos para la resolución de problemas de selección de carteras, han demostrado tener gran capacidad para encontrar soluciones en

tiempos aceptables, en contraposición de los métodos exactos que sí que ofrecen una solución óptima pero con un tiempo de computación excesivo, incluso en problemas con pocas variables. Además, los métodos heurísticos tienen una ventaja añadida al ser fácilmente adaptables para solucionar modelos más complejos.

REFERENCIAS

- [1] Alihyaei, R. (2012). Efficient and effective classification of creditworthiness using ant colony optimization. Proceedings of the 50th Annual Southeast Regional Conference, ACM.
- [2] Alihyaei, R. (2012). Efficient and effective classification of creditworthiness using ant colony optimization. Proceedings of the 50th Annual Southeast Regional Conference, ACM.
- [3] Anagnostopoulos, K. P. y G. Mamanis (2009). "Multiobjective evolutionary algorithms for complex portfolio optimization problems." Springer-Verlag.
- [4] Anagnostopoulos, K. P. y G. Mamanis (2010). "A portfolio optimization model with three objectives and discrete variables." *Computers & Operations Research* 37(7): 1285-1297.
- [5] Anagnostopoulos, K. P. y G. Mamanis (2011). "The mean-variance cardinality constrained portfolio optimization problem: An experimental evaluation of five multiobjective evolutionary algorithms." *Expert Systems with Applications* 38(11): 14208-14217.
- [6] Bertsimas, D. y R. Shioda (2009). "Algorithm for cardinality-constrained quadratic optimization." *Computational Optimization and Applications* 43(1): 1-22.
- [7] Branke, J., B. Scheckenbach, M. Stein, K. Deb y H. Schmeck (2009). "Portfolio optimization with an envelope-based multi-objective evolutionary algorithm." *European Journal of Operational Research* 199(3): 684-693.
- [8] Cadenas, J. M., M. C. Garrido, R. Martinez, C. Calvo, C. Ivorra y V. Liern (2015). GASRP-FP: A hybrid metaheuristic to solve fuzzy portfolio selection with non-financial goals. Proceedings of the 2015 Conference of the International Fuzzy Systems Association and the European Society for Fuzzy Logic and Technology. J. M. Alonso, H. Bustince and M. Reformat. Paris, Atlantis Press. 89: 784-791.
- [9] Crama, Y. y M. Schyns (2003). "Simulated annealing for complex portfolio selection problems." *European Journal of Operational Research* 150(3): 546-571.
- [10] Cura, T. (2009). "Particle swarm optimization approach to portfolio optimization." *Nonlinear Analysis: Real World Applications* 10(4): 2396-2406.
- [11] Chan, M.-C., C.-C. Wong, B.-S. Cheung y G.-N. Tang (2002). Genetic algorithms in multi-stage asset allocation system. Systems, Man and Cybernetics, 2002 IEEE International Conference on, IEEE.
- [12] Chang, T.-J., N. Meade, J. E. Beasley y Y. M. Sharaiha (2000). "Heuristics for cardinality constrained portfolio optimisation." *Computers & Operations Research* 27(13): 1271-1302.
- [13] Chang, T.-J., S.-C. Yang y K.-J. Chang (2009). "Portfolio optimization problems in different risk measures using genetic algorithm." *Expert Systems with Applications* 36(7): 10529-10537.

- [14] Chen, W. (2015). "Artificial bee colony algorithm for constrained possibilistic portfolio optimization problem." *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 429: 125-139.
- [15] Chiam, S., K. Tan y A. Al Mamum (2008). "Evolutionary multi-objective portfolio optimization in practical context." *International Journal of Automation and Computing* 5(1): 67-80.
- [16] Deng, G. F., W. T. Lin y C. C. Lo (2012). "Markowitz-based portfolio selection with cardinality constraints using improved particle swarm optimization." *Expert Systems with Applications* 39(4): 4558-4566.
- [17] Derigs, U. y N.-H. Nickel (2003). "Meta-heuristic based decision support for portfolio optimization with a case study on tracking error minimization in passive portfolio management." *OR Spectrum* 25(3): 345-378.
- [18] Di Gaspero, L., G. Di Tollo, A. Roli y A. Schaerf (2007). Hybrid local search for constrained financial portfolio selection problems. *Integration of AI and OR Techniques in Constraint Programming for Combinatorial Optimization Problems*, Springer: 44-58.
- [19] Di Gaspero, L., G. di Tollo, A. Roli y A. Schaerf (2011). Local search for constrained financial portfolio selection problems with short sellings. *Learning and Intelligent Optimization*, Springer: 450-453.
- [20] Ehrgott, M., K. Klamroth y C. Schwehm (2004). "An MCDM approach to portfolio optimization." *European Journal of Operational Research* 155(3): 752-770.
- [21] Fernández, A. y S. Gómez (2007). "Portfolio selection using neural networks." *Computers & Operations Research* 34(4): 1177-1191.
- [22] Fieldsend, J. E., J. Matatko y M. Peng (2004). Cardinality constrained portfolio optimisation. *Intelligent Data Engineering and Automated Learning—IDEAL 2004*, Springer: 788-793.
- [23] Gilli, M., E. Këllezli y H. Hysi (2006). "A data-driven optimization heuristic for downside risk minimization." *Swiss Finance Institute Research Paper*(06-2).
- [24] Hochreiter, R. (2007). An evolutionary computation approach to scenario-based risk-return portfolio optimization for general risk measures. *Applications of Evolutionary Computing, Proceedings*. M. Giacobini. Berlin, Springer-Verlag Berlin. 4448: 199-207.
- [25] Hopfield, J. J. (1982). "Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities." *Proceedings of the national academy of sciences* 79(8): 2554-2558.
- [26] Jobst, N. J., M. D. Horniman, C. A. Lucas y G. Mitra (2001). "Computational aspects of alternative portfolio selection models in the presence of discrete asset choice constraints." *Quantitative finance* 1(5): 489-501.
- [27] Kao, Y. C. y H. T. Cheng (2013). "Bacterial Foraging Optimization Approach to Portfolio Optimization." *Computational Economics* 42(4): 453-470.
- [28] Kellerer, H., R. Mansini y M. G. Speranza (2000). "Selecting portfolios with fixed costs and minimum transaction lots." *Annals of Operations Research* 99(1-4): 287-304.

- [29] Li, D., X. Sun y J. Wang (2006). "Optimal lot solution to cardinality constrained mean-variance formulation for portfolio selection." *Mathematical Finance* 16(1): 83-101.
- [30] Loraschi, A., M. Tomassini, A. Tettamanzi y P. Verda (1995). *Distributed genetic algorithms with an application to portfolio selection problems*. Artificial neural nets and genetic algorithms, Springer.
- [31] Lwin, K., R. Qu y G. Kendall (2014). "A learning-guided multi-objective evolutionary algorithm for constrained portfolio optimization." *Applied Soft Computing* 24: 757-772.
- [32] Mansini, R., W. Ogryczak y W. G. Speranza (2015). *Portfolio Optimization with Other Real Features*. *Linear and Mixed Integer Programming for Portfolio Optimization*, Springer: 63-72.
- [33] Mansini, R. y M. G. Speranza (1999). "Heuristic algorithms for the portfolio selection problem with minimum transaction lots." *European Journal of Operational Research* 114(2): 219-233.
- [34] Maringer, D. y H. Kellerer (2003). "Optimization of cardinality constrained portfolios with a hybrid local search algorithm." *Or Spectrum* 25(4): 481-495.
- [35] Maringer, D. G. (2006). *Portfolio management with heuristic optimization*, Springer Science & Business Media.
- [36] Markowitz, H. (1952). "Portfolio Selection." *Journal of Finance* n°7(n°1): 77-91.
- [37] Moral-Escudero, R., R. Ruiz-Torrubiano y A. Suárez (2006). Selection of optimal investment portfolios with cardinality constraints. *Evolutionary Computation, 2006. CEC 2006. IEEE Congress on, IEEE*.
- [38] Ong, Y. S., M. H. Lim, N. Zhu y K. W. Wong (2006). "Classification of adaptive memetic algorithms: a comparative study." *Ieee Transactions on Systems Man and Cybernetics Part B-Cybernetics* 36(1): 141-152.
- [39] Pacheco, J., S. Casado y L. Núñez (2009). "A variable selection method based on Tabu search for logistic regression models." *European Journal of Operational Research* 199(2): 506-511.
- [40] Pacheco, J., S. Casado, L. Núñez y O. Gómez (2006). "Analysis of new variable selection methods for discriminant analysis." *Computational Statistics & Data Analysis* 51(3): 1463-1478.
- [41] Pai, G. y T. Michel (2009). "Evolutionary Optimization of Constrained-Means Clustered Assets for Diversification in Small Portfolios." *Evolutionary Computation, IEEE Transactions on* 13(5): 1030-1053.
- [42] Perold, A. F. (1984). "Large-scale portfolio optimization" *Management Science* 30(10): 1143-1160.
- [43] Ruiz-Torrubiano, R. y A. Suárez (2015). "A Memetic Algorithm for Cardinality-Constrained Portfolio Optimization with Transaction Costs." *Applied Soft Computing*.
- [44] Schaerf, A. (2002). "Local search techniques for constrained portfolio selection problems." *Computational Economics* 20(3): 177-190.

- [45] Shaw, D. X., S. Liu y L. Kopman (2008). "Lagrangian relaxation procedure for cardinality-constrained portfolio optimization." *Optimisation Methods & Software* 23(3): 411-420.
- [46] Soleimani, H., H. R. Golmakani y M. H. Salimi (2009). "Markowitz-based portfolio selection with minimum transaction lots, cardinality constraints and regarding sector capitalization using genetic algorithm." *Expert Systems with Applications* 36(3): 5058-5063.
- [47] Streichert, F. y M. Tanaka-Yamawaki (2006). The effect of local search on the constrained portfolio selection problem. *Evolutionary Computation*, 2006. CEC 2006. IEEE Congress on, IEEE.
- [48] Streichert, F., H. Ulmer y A. Zell (2004). Comparing discrete and continuous genotypes on the constrained portfolio selection problem. *Genetic and Evolutionary Computation—GECCO 2004*, Springer.
- [49] Takehara, H. (1993). "An interior point algorithm for large scale portfolio optimization." *Annals of Operations Research* 45(1): 373-386.
- [50] Tuba, M. y N. Bacanin (2014). "Artificial Bee Colony Algorithm Hybridized with Firefly Algorithm for Cardinality Constrained Mean-Variance Portfolio Selection Problem." *Applied Mathematics & Information Sciences* 8(6): 2831-2844.
- [51] Vassiliadis, V., G. Dounias y A. Tzanetos (2012). Parameter tuning of hybrid nature-inspired intelligent metaheuristics for solving financial portfolio optimization problems. *Artificial Intelligence: Theories and Applications*, Springer: 198-205.
- [52] Wolfe, P. (1959). "The Simplex-Method for quadratic-programming". *Econometrica* 27(3): 382-398.
- [53] Woodside-Oriakhi, M., C. Lucas y J. E. Beasley (2011). "Heuristic algorithms for the cardinality constrained efficient frontier." *European Journal of Operational Research* 213(3): 538-550.
- [54] Yu, T. Y. y H. T. Huang (2013). "Coupling a memetic algorithm to simulation models for promising multi-period asset allocations." *Computers & Operations Research* 40(10): 2585-2597.

PROCESO DE ADAPTACIÓN TRANSCULTURAL DEL KINESTHETIC AND VISUAL IMAGERY QUESTIONNAIRE

MELOGNO-KLINKAS M.^{1,2}, NUNEZ-NAGY S.², UBILLOS S.¹

¹Universidad de Burgos

²Universidad de Alcalá

RESUMEN

La Imaginación Motora es el acto de imaginar una acción sin ejecutar el acto físico. La práctica con Imaginación Motora acelera el aprendizaje y mejora las destrezas motrices. Previo a ello, es necesario evaluar la capacidad de los individuos para formarse imágenes mentales. El objetivo de este trabajo es realizar la primera fase del proceso de adaptación transcultural al español del cuestionario en inglés “*Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ)*”.

El “*Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ)*” es un test que evalúa la habilidad de la Imaginación Motora compuesto por 20 ítems agrupados en 2 dimensiones. Ha sido diseñado para ser aplicado en personas con movilidad reducida. Para el desarrollo de la versión preliminar se utilizó la metodología traducción-retrotraducción por 4 traductores independientes, bilingües y nativos en el idioma de destino, seguido del consenso de un comité de expertos en las discrepancias para alcanzar una equivalencia semántica y cultural.

No se encontraron problemas destacables en la traducción al español. La palabra “*imagery*” causó conflicto en el comité y finalmente se optó por traducir como “*imaginación*”. Se mantuvo la traducción literal en el 30% de los ítems; una traducción semejante que no altera el significado en el 40%; se añadieron elementos y descartaron otros en el 20% y se modificaron el 10% por una nomenclatura anatómica en español más correcta.

La versión preliminar obtenida en español es semejante semánticamente a la original. Es necesario realizar el estudio piloto que valide lingüísticamente la versión y explore inicialmente sus propiedades psicométricas.

Palabras clave: Imaginación Motora, Adaptación Transcultural, Destreza Motora, Rehabilitación.

ABSTRACT

Motor Imagery is defined as a mental representation of movement without any body movement. There is a large evidence that mental practice with Motor Imagery accelerates motor learning and improves motor skills. It is necessary to know the ability of individuals to form Mental Images before using it. The aim of this study is to provide a Spanish version of the “*Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire*”.

(KVIQ) from its original English version, which is the first step of its cross-cultural adaptation process to the Spanish population.

The “Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ)” evaluates the ability of Motor Imagery. It is comprised by 20 items in 2 dimensions. It was designed to be applied on individuals with physical disabilities. In order to develop the preliminary version, translation / backtranslation methodology was used by 4 independent and native translators. An expert committee reviewed all the translations, made critical decisions and reached a consensus on any discrepancy.

No major problems were found in the translation into Spanish. The committee had conflicts with the word “imagery” and finally “*imaginación*” was chosen. 30% of the items had literal translation; 40 % suffered syntactic modifications, being classified as similar items; 20% had added and removed elements and 10% were modified into a correct anatomical nomenclature in Spanish

The Spanish preliminary version is semantically similar to the original. It is necessary to conduct a pilot study in order to achieve the final cross-cultural adaptation and to explore its psychometric properties.

Keywords: Motor Imagery, Cross-Cultural Adaptation, Motor Skill, Rehabilitation.

1. INTRODUCCIÓN

El término **imaginación** según la Real Academia Española es la facultad del alma que representa las imágenes de las cosas reales o ideales. La Psicología se refiere a ella como “el proceso cognitivo que permite al individuo manipular información generada intrínsecamente con el fin de crear una representación que se percibe a través de los sentidos de la mente”(1).

La imaginación puede abarcar todas las modalidades sensoriales. Puede ser de tipo visual, táctil, auditiva, olfativa y cinestésica. Sin duda, la modalidad sensorial menos conocida a nivel popular es la cinestesia, que se define como el sentido de percepción del movimiento (2) .Es posible imaginar el sabor de una comida, el sonido de una canción, la sensación de una ola mojando nuestros pies y también imaginar los movimientos realizados al montar en bicicleta.

La **Imaginación Motora** es el acto de imaginar una acción sin realizar su ejecución física (3), es decir, es la representación mental de un movimiento sin mover ninguna parte del cuerpo (4).

La **práctica con imaginación motora** consiste en un programa de entrenamiento por medio de la evocación mental de un gesto o movimiento con el objetivo de aprender o mejorar una destreza motriz (5). En Psicología del Deporte se ha demostrado que el entrenamiento con Imaginación Motora acelera el aprendizaje y mejora habilidades del movimiento (6,7). La combinación de la práctica imaginada con la práctica física real es la condición más eficiente para adquirir una destreza motora (8,9).

Hay evidencia de que la Imaginación Motora y la ejecución física real comparten redes neuronales (3,10,11). Eso ha motivado un auge creciente del uso de la Imaginación Motora en la rehabilitación y la neurorrehabilitación mostrando resultados alentadores en el accidente cerebro-vascular, más conocido como Ictus, en la

esclerosis múltiple, en la enfermedad de Parkinson y en mejorar el dolor tanto en la distrofia simpático refleja como en el pinzamiento de hombro (5,11–15).

1.1. Características de la Imaginación Motora

Cuando un sujeto visualiza un imagen mental de un movimiento como si viera una película o como si se viera a sí mismo realizando un movimiento se dice que la imagen motora es visual. Por otra parte, es posible que el sujeto sienta como si realizara el movimiento, en este caso se habla de imagen motora cinestésica.

Por otra parte, uno puede imaginarse a sí mismo o a imaginar a un tercero realizando el movimiento. Esto, no tiene tanto que ver con la modalidad sensorial utilizada sino más bien con **la perspectiva de la imagen**. Se denomina en primera persona o perspectiva interna si uno se imagina a sí mismo realizando un movimiento; o en tercera persona o perspectiva externa si uno visualiza a un tercero o a sí mismo desde fuera realizando el movimiento como si se viera desde una grabación en video (3,7) three groups of participants (IVI, EVI, and a control group. Por tanto, cabe pensar, que las imágenes visuales pueden ser evocadas en perspectiva externa si la persona se visualiza desde fuera o en interna si se visualiza a sí mismo desde su propia posición (7). Sin embargo, las imágenes mentales cinestésicas únicamente pueden tener lugar en primera persona, es decir, en perspectiva interna, cuando uno imagina que siente como si realizara el movimiento.

1.2. Evaluación de la Imaginación Motora

La Imaginación Motora es una habilidad, y como tal, no es igual entre todos los individuos. Habrá para quién sea realmente fácil imaginarse realizando un movimiento y habrá para quién la imagen no sea nítida ni vívida en absoluto. Incluso habrá personas para los que visualizar el movimiento sea sencillo, sin embargo no sean capaces de sentirlo y viceversa.

Para beneficiarse de la práctica o el entrenamiento con Imaginación Motora, el individuo debe poseer ciertas habilidades a la hora de generar imágenes mentales (16). Por este motivo, cobra sentido que se conozca esta capacidad en cada persona previo a someterse a un tratamiento con la práctica de la Imaginación Motora (17,18).

La capacidad para formarse imágenes mentales de movimiento nítidas y vívidas es compleja y como se ha señalado, muy diferente entre individuos. Es una operación cognitiva complicada, generada por la persona, y que usa procesos neuronales, sensoriales y perceptuales (11,17,19). Su propia naturaleza hace que medir la habilidad sea una tarea complicada (17).

La literatura científica describe cinco formas para evaluar la habilidad de la Imaginación Motora: métodos subjetivos en forma de cuestionarios en los que se solicita al sujeto que se forme una imagen mental de movimiento y puntúe en una escala tipo Likert cuán vívida es; test objetivos a través de la resolución de problemas espaciales o de la evaluación de la congruencia temporal de la Imaginación Motora con respecto al movimiento real (cronometría); procedimientos cualitativos, que suelen ser complementarios a los anteriores y en los que el individuo narra su propia experiencia imaginativa; técnicas funcionales de neuroimagen que requieren la utilización de métodos subjetivos u objetivos simultáneamente con la prueba de imagen (10) y

medidas neurofisiológicas como el nivel de alerta a través de la conductividad electrodérmica o la frecuencia cardíaca (4,8).

Actualmente, se aboga por una evaluación multifactorial en la que se utilizan diferentes metodologías (8,18) combinando como mínimo un cuestionario subjetivo con un test objetivo.

Existen numerosos cuestionarios validados para la comunidad anglosajona que miden esta habilidad (20). En una revisión sistemática llevada a cabo en esta tesis sobre las herramientas existentes para la población hispanohablante que miden la capacidad de evocación de imágenes motoras se concluyó que existe un cuestionario y ese mismo revisado años después, llamados "*Movement Imagery Questionnaire*" (MIQ) (21) y el "*Movement Imagery Questionnaire - Revised*" (MIQ-R) (22) que han sido traducidos, adaptados culturalmente y validados para la comunidad hispanohablante. Ambas versiones están dirigidas a sujetos sanos y deportistas. El problema que presentan es que los movimientos son muy complejos, tales como saltar o realizar una voltereta y no es posible utilizarlos en el curso de una rehabilitación con personas de movilidad reducida (17,23).

1.3. Objetivo

Inspirado en el "*Movement Imagery Questionnaire - Revised*" (MIQ-R) (22), se ha creado el cuestionario "*Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ)*" (16) que no ha sido traducido al español y que permite ser utilizado en personas que por distintas razones no se pueden poner en bipedestación o no son capaces de realizar movimientos complejos.

El objetivo de este trabajo es obtener una versión preliminar en español del cuestionario "*Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ)*" (16) desde su versión original en inglés, como primera fase del proceso de adaptación transcultural a la población española.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Instrumento

El "*Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ)*" (16) es un instrumento que evalúa la habilidad de la Imaginación Motora desde una modalidad visual y cinestésica. Posee una versión larga y una corta. La versión larga, *KVIQ-20*, está compuesto por 10 movimientos que inicialmente se realizan y posteriormente se imaginan desde esas dos modalidades. Como resultado, el cuestionario comprende 20 ítems. La versión corta, *KVIQ-10* comprende la mitad de movimientos, que también se imaginan desde las dos modalidades visual y cinestésica, dando como resultado 10 ítems.

Este cuestionario ha sido desarrollado para ser aplicado a personas con movilidad reducida o con discapacidad física, por ese motivo todos los movimientos se evalúan desde la posición de sentado. Es heteroaplicado, es decir, ha de ser administrado por una tercera persona y no por el propio sujeto. No posee respuestas correctas o incorrectas porque lo que pretende valorar es la viveza de las imágenes motoras que es capaz de evocar el sujeto.

El cuestionario incluye una escala de imaginación visual y una escala de imaginación cinestésica que se puntúa con una gradación tipo Likert de 1 a 5, donde el 1

significa “sin imagen” en la escala visual o “sin sensación” en la cinestésica y el 5 “imagen visual tan clara como si se viera” o “sensación tan intensa como si se ejecutara la acción”, respectivamente. Al sujeto no se le muestra la puntuación sino que se le presenta de forma verbal empleando los descriptores y no los números.

Una vez detectado que el KVIQ no estaba traducido al español, se estudiaron sus propiedades psicométricas y a los idiomas que ha sido traducido (Fig. 1). El KVIQ (16) ha sido traducido y validado al francés y al alemán. Por la literatura científica y la autora original del cuestionario se sabe que también ha sido traducido al indio y chino, pero no ha sido posible localizar los artículos de su validación. Se han encontrado 2 factores en el análisis factorial exploratorio en todas sus versiones idiomáticas que explican el 63.4% de la varianza en la versión inglesa, y el 69.7% en la versión alemana. Lo que parece tener sentido con las dos escalas que propone el cuestionario.

La versión inglesa y francesa han validado su fiabilidad como consistencia interna en una muestra de sujetos asintomáticos ($n=70$, $M=42.9$ años, $SD=18.4$ años), con accidente cerebro-vascular ($n=33$, $M=60.1$ años, $SD=7.9$ años) y amputados ($n=13$, $M=35$ años, $SD=9.3$ años) obteniéndose un alpha de Cronbach de .94 y .92 para la escala visual y cinestésica respectivamente; se calculó asimismo la estabilidad del cuestionario por medio del test-retest y se obtuvo un coeficiente de correlación intraclase de .90 para el cuestionario completo (16). En otro estudio se ha calculado la fiabilidad como consistencia interna de la versión inglesa en una muestra de personas con enfermedad de Parkinson ($n=11$, $M=61.7$ años, $SD=7.34$ años), obteniendo un alpha de Cronbach de .82 para la escala visual y .95 para la cinestésica (24). En una muestra de sujetos con esclerosis múltiple en un estadio temprano ($n=15$, $M=31.7$ años, $SD=5.5$ años), la versión inglesa se ha validado obteniendo un alpha de Cronbach de .84 para toda la escala y un coeficiente de correlación intraclase de de .89 en el análisis de la estabilidad (25). En una muestra de pacientes con discapacidad sensoriomotriz ($n=73$, $M=62.8$ años, $SD=13.1$ años) se validó la versión alemana con un análisis de la fiabilidad como consistencia obteniendo un alpha de Cronbach de .94 y .96 para la escala visual y cinestésica respectivamente; el mismo estudio analizó la estabilidad y el coeficiente de correlación intraclase resultante fue de .77 y .83 para ambas escalas respectivamente (26).

2.2. Traducción al español

La versión original en inglés del KVIQ se ha sometido a una traducción al español por medio de 2 traductores bilingües nativos españoles, por ser el idioma de destino el español y la versión original inglesa (27,28). Se obtuvieron dos versiones iniciales (T1 y T2) y tras el consenso con un comité de expertos para discutir las discrepancias se ha obtenido la versión preliminar de la traducción (Fig.1).

Para esta primera etapa se recomienda que uno de los traductores bilingües nativos españoles sea especialista en la materia, conocedor del objetivo del estudio y tenga experiencia previa en la traducción de textos científicos mientras que el otro traductor desconozca los objetivos del estudio y no tenga conocimientos previos sobre el cuestionario (27). Se han seguido estas recomendaciones en esta traducción. Una de las traductoras, fisioterapeuta, terapeuta ocupacional y profesora de universidad, con experiencia en la traducción de instrumentos de evaluación, conocía el objetivo del trabajo. El otro traductor, ingeniero de organización industrial, bilingüe en su actividad laboral, no conocía la finalidad de este trabajo ni el cuestionario.

2.3. Retrotraducción

La versión preliminar en español del KVIQ se ha sometido a una traducción inversa al inglés por medio de otros 2 traductores bilingües nativos ingleses (RT1 y RT2), que no conocían el objetivo del estudio (28). Se realizó la retrotraducción independiente a doble-ciego de la versión preliminar en español por dos personas bilingües, una estadounidense licenciada universitaria y de nivel sociocultural medio, y una británica licenciada universitaria de nivel sociocultural alto que trabaja como traductora. De nuevo, el consenso del comité de expertos permitió obtener una versión definitiva de la retrotraducción (Fig.1) que se ha enviado a la autora original del cuestionario con la finalidad de saber si se mantiene la esencia de la herramienta. Se incorporarán sus recomendaciones en la versión definitiva del cuestionario KVIQ en español.

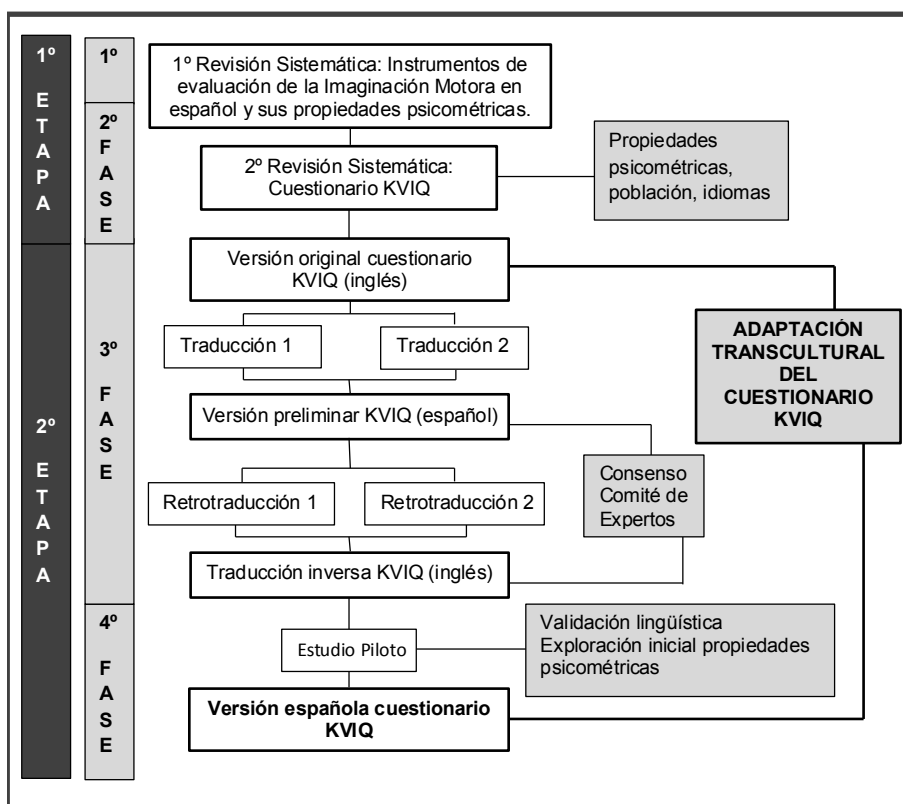


Figura 1: Diagrama de Flujo del proceso de adaptación transcultural del cuestionario KVIQ

2.4. Evaluación de la equivalencia conceptual y cultural

Se ha creado un comité de expertos para consensuar las discrepancias que surjan en el proceso de traducción directa e inversa. Está constituido por seis personas de nacionalidad española que poseen un nivel alto de inglés. Formado por una psicóloga profesora de universidad, especialista en validación de cuestionarios, una fisiotera-

peuta también profesora de universidad y especialista en neurorrehabilitación e imaginación motora, un filólogo español profesor de universidad en el Grado de Español, una filóloga inglesa bilingüe en español especialista en traducción de documentos técnicos y la autora de este estudio que actúa en la coordinación del comité y es fisioterapeuta, terapeuta ocupacional y profesora de universidad.

La versión en español del KVIQ debe ser semántica y culturalmente equivalente a la versión original. Por ese motivo se ha establecido un criterio de comparación de los ítems de ambas versiones en el que como en otras validaciones transculturales (29) se comparan los elementos literales, semejantes, nuevos, descartados y diferentes. También sería necesario incluir una comparativa entre elementos cambiados de lugar en caso de que eso hubiera ocurrido.

El apartado elementos literales hace referencia a aquellos ítems o instrucciones iniciales que permanecen casi idénticas, donde el cambio de palabras es mínimo o nulo y el significado se conserva igual. En los elementos semejantes se han modificado algunas palabras sin variar el significado global de la instrucción. Nuevos elementos se refiere a si ha sido necesario incluir ítems o palabras para facilitar la comprensión del cuestionario en español. Elementos descartados si se ha eliminado alguna instrucción o palabra. Por último elementos diferentes hace referencia a si se ha cambiado una instrucción o ítem alterando el significado original.

2.5. Estudio Piloto

Con la versión preliminar obtenida se llevará a cabo un estudio piloto con la finalidad de concluir la adaptación cultural y lingüística y la exploración inicial de las propiedades psicométricas de la herramienta para detectar posibles dificultades y expresiones que no se entienden correctamente. Con ello se obtendrá la versión española definitiva del “Cuestionario de Imaginación Cinestésica y visual” (KVIQ).

3. RESULTADOS

No se han encontrado problemas relevantes en la traducción del cuestionario al español. Se han modificado algunas expresiones de difícil traducción literal pero manteniendo la equivalencia semántica de ambas versiones.

3.1. Elementos literales

En las instrucciones iniciales la mayor parte del texto se tradujo literalmente si se mantenía el significado y si tenía sentido la traducción en español. En los ítems examinados se mantuvo una traducción literal en 6 de ellos (30%). Hubo conflicto con la expresión “el movimiento se debe realizar en un rango cómodo” porque resultaba familiar y comprensible a los fisioterapeutas del comité pero no así al resto. A pesar de ello, se decidió mantener la traducción literal, porque el cuestionario está dirigido a profesionales de la rehabilitación.

3.2. Elementos semejantes

De los elementos que han sufrido alguna modificación, se presentan los más relevantes en este apartado. En las instrucciones iniciales el mayor conflicto lo supuso la palabra “*imagery*”. También existieron discrepancias con las expresiones “*administration procedures*” y “*simulate*” o “*simulation*”.

Para el término “*imagery*” se recurrió al consejo independiente de dos Licenciados en Filología hispánica. Ambos opinaron que “*imaginaria*” se refiere a lo relacionado con imágenes religiosas o las empleadas por un novelista en un texto literario, por lo que el término “*imaginación*” era el que mejor parecía ajustarse a la descripción de lo que se valora en el test. Para dar mayor rigor a la decisión de la traducción de “*imagery*” por “*imaginación*” y no “*imaginaria*” (término que se ha encontrado en algunos textos traducidos al español), uno de los miembros del comité se puso en contacto con la Real Academia Española. A su pregunta se respondió por escrito que “*imaginaria* no parecía una buena opción en el contexto mencionado, puesto que la voz está asentada en el uso con otros significados específicos, y eso haría difícil que se entendiera como un acrónimo de *imaginación e ingeniería*”. De este modo se ha decidido traducirlo por el término “*imaginación*” dado que, en definitiva, en el cuestionario lo que se le solicita al sujeto es precisamente eso, que imagine y ello está apoyado por el criterio de los filólogos hispánicos y la consulta personal a la RAE.

“*Administration procedures*” que literalmente se traduce por “procedimientos de administración”, a juicio de los filólogos es un extranjerismo comúnmente utilizado en cuestionarios fundamentalmente en el ámbito de la psicología pero es mucho más apropiado utilizar “procedimiento de aplicación”. Eso mismo ocurrió al utilizar “*self-administered*” o “*administered*”, en todas las ocasiones se utilizaron derivados del verbo “aplicar”, “autoaplicable” y “aplicado”.

En el caso de “*simulate*” aunque la traducción literal es “simular”, parecía más conveniente utilizar “imaginar” porque es lo que se le solicita y no inducía a confusión. En español “simular” tiene un matiz de imitar incluso con gestos y eso no es lo que se pide en el test. Asimismo, para “*simulation* (simulación)” se utilizó la expresión “*imaginación del movimiento*”

Se han modificado modos verbales que en español sonaban más congruentes, fundamentalmente en el uso del subjuntivo y del condicional.

Ni en las instrucciones ni en los ítems se ha mantenido el símbolo “#” antepuesto al número del ítem porque en español no se entiende el significado.

El verbo “*instruct* (instruir)” se ha preferido traducir por “indicar”.

8 de los ítems (40%) precisaron modificaciones sintácticas para conservar el mismo significado. En la descripción de los movimientos la expresión “tan lejos como sea posible” se ha preferido traducir por “todo lo que pueda” porque resulta más comprensible en nuestra cultura.

3.3. Nuevos elementos

En una pequeña proporción del cuestionario se añadieron nuevos elementos para mejorar la comprensión semántica. Se han añadido dos palabras en las instrucciones previas y cuatro ítems (20%) precisaron añadir dos expresiones (Tabla 1). Aunque se ha mantenido el tipo, el tamaño de letra, los márgenes y el encabezado del cuestionario, se ha justificado el texto y se ha colocado en una tabla lo relativo a los movimientos analizados porque resultaba más gráfico y comprensible.

Tabla 1. Nuevos elementos.

Instrucciones previas		
Término original	Traducción literal	Versión consensuada
<i>...the subject should mention for instance that he/she sees the inside or palmar face of the hand.</i>	... el sujeto debería mencionar si ve el interior de la palma de la mano.	... el sujeto debería mencionar si ve el dorso o la palma de la mano.
<i>However, if you wish to compare sides...</i>	Sin embargo, si desea comparar los lados...	Sin embargo, si desea comparar ambos lados...
Ítems		
<u>Item 3V/3K. Forward shoulder flexion</u>	<u>Ítem 3V/3K. Flexión del hombro hacia delante</u>	<u>Ítem 3V/3K. Flexión del hombro</u>
2. Lift your non-dominant arm straight out in front of you and keep lifting until it is straight up high.	2. Levante su brazo no dominante estirado, justo delante de usted, y siga elevándolo hasta que llegue arriba.	2. Levante el brazo no dominante estirado, justo delante de usted, y siga elevándolo hasta que llegue arriba del todo .
<u>Item 8Vd/8Kd</u>	<u>Ítem 8Vd/8Kd</u>	<u>Ítem 8Vd/8Kd</u>
2. Move the foot on your dominant side sideways about 30 cm (12 inches) then bring it back.	2. Mueva el pie de su lado dominante aproximadamente 30 cm (12 pulgadas) hacia el lado, después tráigalo de vuelta.	2. Mueva el pie del lado dominante hacia fuera unos 30 cm. (abriendo la pierna) y después regrese a la posición inicial.

3.4. Elementos descartados

En los mismos 4 ítems (20%) que en el apartado anterior se añadió algún término, se han descartado elementos por no facilitar la comprensión o no ser necesarios (Tabla 1). En la traducción del término “*forward shoulder flexion*” se suprimió la palabra *forward* (hacia delante) porque se consideró que para cualquier profesional de la rehabilitación era lo suficientemente explícito “flexión de hombro”, dado que tiene un significado preciso en la nomenclatura anatómica (30), lo cual afecta a dos ítems porque cada movimiento se repite en cada una de las escalas. También se han eliminado las referencias a tipos de medida anglosajonas que no se utilizan en español (*inches*).

3.5. Elementos diferentes

Únicamente se ha modificado el movimiento “*Foot external rotation* (rotación externa de pie)” en 2 ítems (10%), porque se ha considerado que en español según la nomenclatura anatómica es más correcto nombrarlo como “rotación externa de rodilla” dado que es a ese movimiento al que se refiere la descripción y no a la del pie, movimiento que no existe en la nomenclatura en español (31).

4. CONCLUSIONES

Se ha obtenido una versión preliminar en español del Cuestionario de Imaginación Visual y Cinestésica KVIQ, del que hemos preferido conservar las siglas, semánticamente equivalente a la versión en español para facilitar la accesibilidad a cualquier profesional que desee utilizarla. Es preciso realizar el estudio piloto para concluir la etapa de Adaptación transcultural.

Es importante distinguir entre las personas susceptibles de beneficiarse de la práctica con Imaginación Motora para adquirir y mejorar destrezas motrices. Durante el transcurso de este trabajo surge la pregunta de si el propio entrenamiento con Imaginación Motora favorecerá la mejora de esta habilidad de generar imágenes de movimiento vívidas, pregunta que se espera sea respondida en el transcurso de la tesis de la cual se presentan estos resultados.

El uso de las mismas herramientas de medida a nivel mundial es crucial para realizar comparaciones transculturales y estudios de investigación de ámbito internacional.

5. AGRADECIMENTOS

A la Escuela de Doctorado de la Universidad de Burgos por permitir presentar este trabajo en las “II Jornadas de Doctorandos de la UBU”. A Raúl Urbina Fonturbel, Montserrat Santamaría Vázquez y Ernesto García López por su colaboración desinteresada y muy eficaz en esta parte inicial de adaptación transcultural del cuestionario KVIQ, parte esencial de este proyecto de Tesis.

REFERENCIAS

- [1] Drubach, D. Benarroch, E.M. (2007). Imaginación : definición , utilidad y neurobiología. *Rev Neurol.*;45(6), pp. 353–361.
- [2] Afifi, A. Bergman, RA. (2ª Ed.).(2005). *Functional Neuroanatomy: Text and Atlas*. McGraw Hill Professional.
- [3] Malouin F, Richards CL (2010). Mental practice for relearning locomotor skills. *Phys Ther.* 90(2), pp. 240–251.
- [4] Guillot, A, Collet, C. (2005). Contribution from neurophysiological and psychological methods to the study of motor imagery. *Brain Res Brain Res Rev* 50(2), pp. 387–397.
- [5] García-Carrasco, D. Aboitiz-Cantalapiedra, J. (2013). Efectividad de la imaginación o práctica mental en la recuperación funcional tras el ictus: revisión sistemática. *Neurología* pp.1-10.
- [6] Schuster, C. Hilfiker, R. Amft, O. Scheidhauer, A. Andrews, B. Butler, J. et al. (2011). Best practice for motor imagery: a systematic literature review on motor imagery training elements in five different disciplines. *BMC Med* 9(1), pp.75-82.
- [7] Callow, N. Roberts, R. Hardy, L. Jiang, D. Edwards, M.G. (2013). Performance improvements from imagery: evidence that internal visual imagery is superior to external visual imagery for slalom performance. *Front Hum Neurosci* 7(10), pp.1–10.

- [8] Collet, C. Guillot, A. Lebon, F. Macintyre, T. Moran, A. (2011). Measuring Motor Imagery Using Psychometric, Behavioral, and Psychophysiological Tools. *Exerc Sport Sci Rev* 39(2), pp.85-92.
- [9] Nunez-Nagy, S. (2012). Aprendizaje de una tarea manual sencilla tras la práctica mediante imaginación motora: Evolución de su precisión. (tesis doctoral). Universidad Rey Juan Carlos. Facultad de Ciencias de la Salud
- [10] Holmes, P. Calmels, C. (2008). A Neuroscientific Review of Imagery and Observation Use in Sport. *J Mot Behav* 40(5), pp. 433–445.
- [11] Sharma, N. Pomeroy, V.M. Baron, J.C. (2006). Motor imagery: a backdoor to the motor system after stroke? *Stroke* 37(7), pp.1941–1952.
- [12] Heremans, E. Nieuwboer, A. Feys P. Vercruyse, S. Vandenberghe, W. Sharma, N. et al. (2012). External cueing improves motor imagery quality in patients with Parkinson disease. *Neurorehabil Neural Repair* 26(1), pp. 27–35.
- [13] Heremans, E. Nieuwboer, A. Spildooren J. De Bondt, S. D’hooge, A.M. Helsen, W. et al. (2012). Cued motor imagery in patients with multiple sclerosis. *Neuroscience* 206, 115–121.
- [14] Moseley, G.L. (2004). Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: a randomised controlled trial. *Pain* 108(1-2), pp.192–200.
- [15] Hoyek, N. Di Rienzo, F. Collet, C. Hoyek, F. Guillot, A. (2014). The therapeutic role of motor imagery on the functional rehabilitation of a stage II shoulder impingement syndrome. *Disabil Rehabil* pp. 1-7
- [16] Malouin, F. Richards, C.L. Jackson, P.L. Lafleur, M.F. Durand, A. Doyon, J. (2007). The Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ) for Assessing Motor Imagery in Persons with Physical Disabilities: A Reliability and Construct Validity Study. *J Neurol Phys Ther* 31(3), pp. 20–29.
- [17] McAvinue, L.P. Robertson, I.H. (2008). Measuring motor imagery ability: A review. *Eur J Cogn Psychol* 20(2), pp. 232–251.
- [18] Malouin, F. Richards, C.L. Durand, A. Doyon, J. (2008). Reliability of mental chronometry for assessing motor imagery ability after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 89(2), pp. 311–319.
- [19] Dickstein, R. Deutsch, J.E. (2007). Motor imagery in physical therapist practice. *Phys Ther* 87(7), pp. 942–953.
- [20] Beato, M.S. Díez E. Salomé, M. Rodrigues, M. (2006). Adaptación al castellano del Cuestionario de Viveza de Imágenes Visuales - Versión revisada (VVIQRV). *Psicothema* 18(4), pp. 711–6.
- [21] Atienza, F. Balaguer. I. García-Mérita, M. (1994). Factor Analysis and Reliability of the Movement Imagery Questionnaire. *Percept Mot Skills* 78, pp. 1323–1328.
- [22] Campos, A. González, M.A. (2010). Versión Española del Cuestionario-Revisado de Imagen del Movimiento (MIQ-R): Validación y propiedades psicométricas. *Rev Psicol del Deport* 19(2), pp. 263–273.
- [23] Malouin, F. Richards, C.L. Durand, A. Doyon, J. (2008). Clinical assessment of motor imagery after stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 22(4), pp. 330–340.

- [24] Randhawa, B. Harris, S. Boyd, L.A. (2010). The Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire Is a Reliable Tool for Individuals With Parkinson Disease. *J Neurol Phys Ther* 34(3), pp.161–167.
- [25] Tabrizi, Y.M. Zangiabadi, N. Mazhari, S. Zolala, F. (2013). The reliability and validity study of the Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire in individuals with Multiple Sclerosis. *Brazilian J Phys Ther* [Internet] 17(6), pp.588–592.
- [26] Schuster C, Lussi A, Wirth B, Ettlin T. Two assessments to evaluate imagery ability: translation, test-retest reliability and concurrent validity of the German KVIQ and Imaprax. *BMC Med Res Methodol* [Internet]. *BMC Medical Research Methodology*; 2012 Jan [cited 2014 Feb 27];12(1):127.
- [27] Ramada-Rodilla, J.M. Serra-Pujadas, C. Delclós-Clanchet, G.L. (2013). Adaptación cultural y validación de cuestionarios de salud: Revisión y recomendaciones metodológicas. *Salud Publica Mex* 55(1), pp. 57–66.
- [28] Lauffer A. Solé L. Bernstein S. Lopes M.H. Francisconi C.F. (2015). Cómo minimizar errores al realizar la adaptación transcultural y la validación de los cuestionarios sobre calidad de vida: aspectos prácticos. *Rev Gastroenterol México* 78(3), pp. 159–176.
- [29] Robles-Pérez de Azpillaga, A. Rodríguez Piñero-Durán, M. Zarco-Periñán, M.J. Rendón-Fernández, B. Mesa-López, C. Echevarría-Ruiz de Vargas C. (2009). Versión española de la Gross Motor Function Measure (GMFM): fase inicial de su adaptación transcultural. *Rehabilitacion* 43(5), pp. 197–203.
- [30] Kapandji, A.I. (6° Ed.).(2012). *Fisiología Articular: Tomo 1. Miembro superior*. Editorial Médica Panamericana.
- [31] Kapandji, A.I. (6° Ed.). (2012). *Fisiología Articular: Tomo 2. Miembro inferior*. Editorial Médica Panamericana.

HACIA UNA JUSTICIA PENAL CON ENFOQUE RESTAURATIVO

VIRGINIA DOMINGO DE LA FUENTE

Coordinadora del Servicio de Justicia Restaurativa de Castilla y León-amepax

RESUMEN

La Justicia Restaurativa surgió en los años 70 como una forma de hacer justicia en el ámbito penal que se centraba en devolver el protagonismo a las víctimas e incidir en la reparación del daño como algo prioritario.

La forma de poner en práctica esta Justicia Restaurativa se ha enfocado primordialmente en los encuentros víctima e infractor y en algunos casos también a la comunidad. De esta manera, la metodología de la Justicia Restaurativa más conocida en nuestro entorno es la mediación penal o mediación víctima-infractor. Esto ha originado la confusión de conceptos y que muchas personas creen que Justicia Restaurativa es tan solo mediación penal. Todo esto ha llevado a que muchos se olviden de que la Justicia Restaurativa como teoría de Justicia, se nutre de unos principios y unos valores a partir de los cuales se podrá construir estos encuentros si fuera posible y viable

El propósito de este artículo es mostrar esta Justicia Restaurativa como una teoría más sobre la Justicia y en especial, enfocada en el área del Derecho Penal. Por eso, intentaré retrotraerme a los orígenes de la Justicia Restaurativa y la Retributiva y ver como no son incompatibles, sino que ambas tienen un objetivo común reequilibrar las consecuencias del delito, las diferencias radican en cómo lo hace una y otra. Lo ideal, en lugar de apreciar solo las bondades de la Justicia Restaurativa y desechar la actual Retributiva, sería aprovechar esta Restaurativa o Reparadora para cubrir los vacíos legales y mejorar la actual Justicia.

Palabras clave: justicia restaurativa, justicia retributiva, reparación del daño, víctimas, infractores.

ABSTRACT

Restorative Justice emerged in the 70s as a form of justice in criminal matters focusing on empowering the victim and the damage repaired as a priority. The way to implement this Restorative Justice has focused primarily on victim-offender meetings and in some cases also to the community. Thus, the methodology of Restorative Justice best known in our area is the criminal mediation or victim-offender mediation. No doubt this has caused confusion and many people believe that restorative justice is just criminal mediation. So many people has forgotten that restorative justice as a theory of Justice, draws on principles and values from which they can build these meetings if possible and feasible.

The purpose of this article is to show Restorative Justice as a theory on Justice and especially focused on the area of criminal law. So I will explore the origins of

Restorative Justice and Retributive one and see as they are not incompatible, but both have a common goal to rebalance the consequences of crime, the differences lie in how they want to achieve it. Ideally, only instead of appreciating the benefits of Restorative Justice and discard the current Retributive, It would be possible to use Restorative to cover the loopholes and improve the current Justice.

Keywords: restorative justice, retributive justice, reparations, victims, offenders.

1. JUSTICIA RESTAURATIVA

La Justicia Restaurativa es un marco filosófico o teoría jurídica para responder al delito que se centra en el daño causado y las acciones requeridas para enmendar este daño.

Se parte de la siguiente premisa, que el crimen causa daños a las personas y a la comunidad y que la justicia puede reparar esos daños, dando participación a las partes en el proceso.

De esta forma, dando protagonismo a las partes se puede alcanzar el resultado restaurador de la reparación y la paz, (paz social). Busca transformar el sistema de justicia penal existente o más bien como explicaré posteriormente buscar cubrir los vacíos legales y las carencias de nuestra actual justicia penal, al reconocer que las víctimas en particular y la comunidad en general sufren daños por las acciones delictivas, que los ofensores deben tomar responsabilidad por su conducta y que se les debe dar una oportunidad para reparar el daño ocasionado. El cambio de la Justicia Retributiva a una con un enfoque más restaurativo convierte al estado en socio de la comunidad. Además persigue una serie de metas:

1. Dar un papel más extenso a las víctimas
2. Ampliar por esta misma razón, la participación de la comunidad
3. Buscar la responsabilidad y reparación por parte del ofensor

Estas medidas restaurativas se centran en la mencionada reparación del daño y la reconstrucción de las relaciones personales como contrapartida del castigo, expulsión, vergüenza y venganza. Los ofensores deben enfrentar las consecuencias de sus acciones con la profundidad que cada situación requiera, con frecuencia de cara a cara con la víctima

1.1. Origen de la Justicia Restaurativa

Entender el origen de la justicia restaurativa es acudir a leyes tradicionales, consuetudinarias, a la cultura y tradiciones de muchos pueblos indígenas y muchas tribus como los Maoris en Nueva Zelanda.

Por eso la Justicia Restaurativa no es una nueva forma de ver la justicia, una nueva filosofía, es quizá todo lo contrario, la justicia que siempre existió pero que se perdió con la evolución de los tiempos, del ser humano, con la construcción de los estados y la creación de sus normas y leyes. Era la justicia del sentido común puesto que rara vez había leyes escritas para regir la comunidad, se guiaban por esta justicia restaurativa en sentido amplio, cada persona sabe la diferencia entre lo justo e injusto.

Como la comunidad (tribu) no ha creado normas, no se siente víctima directa y única del delito (como ocurre ahora) porque se ha vulnerado las leyes que han for-

mulado, sino que por sentido común todo se centra en la persona que ha sufrido un daño y en qué se debe hacer para reponer las cosas al estado antes de sufrir el daño o al menos compensarlo. Por supuesto que la comunidad, las personas que rodean a las partes y familiares también son afectados y víctimas indirectas por eso se deben fomentar la inclusión de ellos en estos procesos restaurativos, para lograr la mejor satisfacción de todos y la paz social. Con el devenir de los tiempos, los ciudadanos han ido abandonando aspectos de su vida y cediéndolos para que los gestione un estado paternalista en exceso, el resultado ha sido una Justicia Retributiva como la actual en la que el estado se apropia totalmente del conflicto penal (ya que el infractor ha violado una norma creada por el estado, éste se siente dañado, faltado al respeto y es necesario castigar al infractor, sin embargo la víctima se olvida por completo, pasa a ser secundaria, casi como un daño colateral) Volviendo al origen, una vez explicado el por qué la justicia restaurativa no es algo novedoso, hay que distinguir diversos orígenes según el punto de vista desde el que lo analicemos. La idea de “dar a cada uno lo suyo”, está relacionada íntimamente con el concepto de Justicia Restaurativa algo que ya existía en la embargo, en la antigüedad puesto que el delito era definido como un daño al individuo y por ejemplo el código de Hammurabi establecía como sanción a los delitos contra la propiedad, la restitución de lo sustraído. Se puede ver que **la idea de la Justicia Restaurativa no es algo novedoso sino que está enraizada en nuestra cultura y tradiciones** así como en las religiones, de hecho la Biblia está repleta de referencias indirectas a esta forma de ver la justicia, así Lucas 19.8 “Zaqueo se levantó entonces y dijo al señor: Mira Señor, voy a dar a los pobres la mitad de todo lo que tengo y si he robado a alguien le devolveré cuatro veces más”.

Lo mismo se puede decir de otras religiones y culturas, y así como mero ejemplo una frase realmente restauradora del Islam es “ninguno de vosotros puede ser creyente hasta que quiera para su hermano lo que quiere para sí mismo”

Como ya he dicho existen tradiciones indígenas de Norteamérica, Nueva Zelanda, Australia y Canadá inspiradas en la justicia restaurativa. Estas prácticas están basadas en la reparación del daño y la sanación de heridas a través de la discusión y la interacción entre víctima, infractor y comunidad.

Ofrecen un espacio de comunicación a todos los actores relacionados con el hecho para que tomen parte como sujetos actores en la solución de los conflictos mediante el dialogo, se está dando a cada cual lo suyo y así es cuando se habla en términos de Justicia. A través de un acuerdo adoptado por la víctima e infractor, satisfactorio y de curación de las heridas de la víctima, y de la comunidad y de rehabilitación del infractor el cual deberá reconocer su culpa y prometer no volver a cometer las mismas o similares ofensas que rompan la armonía de la sociedad y generen otras víctimas (se evitaría la reincidencia).

En estas culturas se establece que: cuando una persona realiza un hecho inadecuado para la comunidad, “algo” se rompe y por eso necesita ser saneado, no sólo por el infractor sino por la comunidad y la víctima.

Elas establecen un plan de resarcimiento material y espiritual que incluye víctima, infractor, círculo de familiares y grupo social. (Estas prácticas ascentrales se fueron adaptando surgiendo las conferencias restaurativas o círculos de sentencia, dos de los instrumentos para poner en marcha los principios de Justicia Restaurativa).

Si pensamos en el origen de la Justicia Restaurativa desde el punto de vista de la victimología, nos tenemos que remontar a Benjamin Mendelsohn al cual se le

atribuye los primeros estudios científicos sobre la víctima en 1947, fechan en la que acuñó el concepto de victimología. Para este pensamiento victimológico la inclusión de la víctima y la consideración del sufrimiento ocasionado por el delito, se convierte en base fundamental. La Justicia Restaurativa ha colaborado con este pensamiento victimológico a redefinir el concepto de víctima en el proceso penal.

La concepción retributiva ha distanciado al delincuente de la víctima, poniendo a esta última como un simple sujeto pasivo. Como dice García-Pablos¹ la víctima debe ser redescubierta. Como parte fundamental junto al infractor y a los operadores jurídicos y colaborando con la efectividad del sistema de justicia penal.

Otro hito a destacar es Albert Eglash, [1] psicólogo americano que en 1958 elaboró el concepto de restitución creativa muy relacionado con el de Justicia Restaurativa, este autor decía que la restitución creativa es una técnica de rehabilitación por la cual se ayuda al infractor bajo supervisión apropiada a encontrar alguna manera de compensar a las personas que han dañado. Este mismo autor acuñó en 1977 el concepto de justicia restaurativa y distinguió tres tipos de justicia penal: retributiva, distributiva y restaurativa. Las dos primeras se centran en el hecho delictivo y niegan la participación de la víctima. La tercera se centra en la reparación de los efectos nocivos del delito y se involucra activamente a todas las partes afectadas.

También en ese mismo año 1977, Nils Christie²[2] publicó en el Diario de Criminología británico, un artículo en el que afirmaba que el Estado “ha robado el conflicto entre los ciudadanos. “Víctima e infractor no pueden explorar el grado de culpabilidad y los efectos reales del suceso en el sistema tradicional de Justicia”. Aunque también se debe destacar el artículo que escribió Martin Wright en él proponía que la víctima sea ayudada por el delincuente y este debe reparar a la comunidad y a la misma víctima. ¿Por qué es interesante? Demostrará el respeto a los sentimientos de las víctimas y ofrecerá a los infractores una posibilidad para que no se aislen aún más de la sociedad.

Braithwaite³ en este sentido afirma que la Justicia Restaurativa es importante para las víctimas y para posibles potenciales y futuras víctimas por cuanto es o puede ser un proceso constructivo y preventivo en el que se puede obtener un compromiso mucho más auténtico de hacer las cosas necesarias para impedir que se produzca otro delito en un futuro, gracias al grado de intimidad en la conversación que reúne a los afectados por un delito en una comunidad, de dolor por lo que ha sucedido. La Justicia Restaurativa debe llevar al infractor al remordimiento

Por último el **origen de esta justicia desde el punto de vista jurídico** puede fecharse hacia el 1974, año en el que se ordenó la primera sentencia de Justicia Restaurativa en Kitchener, Ontario. Se trataba de dos jóvenes que tras una juega vandálica dejaron 22 propiedades dañadas, gradualmente pudieron restituir el daño causado.

El éxito de este caso, permitió el establecimiento del primer programa de Justicia Restaurativa en Kitchener, conocido como Programa de Reconciliación entre víctima y ofensor.

¹ García Pablos de Molina, A. (1993). El redescubrimiento de la víctima, Victimización secundaria y programas de reparación del daño, En Cuadernos de Derecho Judicial. La Victimología. Madrid, España: Consejo General del Poder Judicial.

² Christie N, (AD-1992) “Conflicts as a property”. British Journal of Criminology, vol 17 num1. Traducción al español en “de los delitos y las víctimas”. Maier, J(comp) Buenos Aires.

³ Braithwaite, J. (2001) Restorative Justice and Responsive Regulation. Hardback.

En Elkhart, Indiana el programa fue iniciado en pequeña escala en 1977-78 por agentes de la libertad condicional que aprendieron del modelo de Ontario. Para 1979 este programa se había convertido en la base de una Organización no lucrativa llamada “Centro para la Justicia Comunitaria”.

En Europa un primer proyecto surgió en Noruega en 1981.

1.2. Diferencias Justicia Restaurativa y Justicia Retributiva

A pesar de que trataré de explicar el origen común de la Justicia actual y la Restaurativa, ambas difieren en aspectos esenciales:

a) La actual justicia **retributiva** centra su análisis en la violación de la norma

La **restaurativa** se centra en la violación de las relaciones entre las personas, en el daño que se las causa.

b) La justicia **retributiva** intenta defender la ley a la hora de determinar la culpa y decidir el castigo.

La **restaurativa** se propone defender a las víctimas al determinar el daño que ha sufrido y decidir las obligaciones que deben realizar los infractores con el fin de compensar el daño.

c) La **retributiva** busca que el infractor esté separado de su comunidad con la privación de la libertad.

La **restaurativa** busca alternativas a la prisión o la disminución de la estancia en ella a través de la reconciliación, la restauración de la armonía de la convivencia humana y la paz.

d) La **retributiva** debe defender la autoridad de la ley y castigar a los infractores.

La **restaurativa** reúne a las víctimas y a los infractores en una búsqueda de soluciones.

e) La **retributiva** se lleva a juicio a las personas sin saber si son culpables o inocentes.

La **restaurativa** es previsible pues existe un reconocimiento de la autoría del hecho delictivo por parte del infractor.

Una vez examinadas sus principales diferencias, me gustaría reflejar qué factores de la Justicia Penal han determinado la aparición de la Justicia Restaurativa como una forma de complementarla y mejorarla, son estos factores los que precisamente hacen que la Justicia Penal no satisfaga las necesidades de los realmente afectados por el delito:

Primero, las víctimas están fuera del sistema penal. Para la actual justicia retributiva importa más que se ha vulnerado la norma creada por el estado, que el hecho en sí mismo de que se ha causado daños a una persona. El sufrir un delito lleva a aparejado además de un daño material y moral, unas necesidades que se reclaman precisamente de la justicia y generalmente no obtienen: recuperar el sentimiento de seguridad, información de lo que va sucediendo con su caso, contar la historia como medio para poder ir incorporándola a su vida como una historia más, recuperar el control sobre su vida, y también necesitan reivindicarse: sentir que su humillación por sufrir el delito se transforma en honor y respeto.

Segundo; el sistema penal tradicional en muy rara ocasión fomenta la responsabilidad del infractor y si lo hace, suele ser por conseguir beneficios jurídicos. Para el sistema penal no importa si se es o no culpable, el abogado probablemente le dirá que no confiese salvo por conseguir algún beneficio, la justicia de por sí le dice que tiene un serie de derechos que indirectamente le están dando pie para que nunca reconozca los hechos. No hay espacio para la asunción de responsabilidad de forma voluntaria y por la necesidad de hacer lo correcto.

En tercer lugar, todo es gestionado por profesionales, el sistema no da cabida o entrada a las víctimas pero tampoco a la comunidad.

Y sin embargo, la comunidad es una víctima indirecta de toda clase de delitos y es que al igual que víctima e infractor, esta comunidad tiene una serie de necesidades; la comunidad necesita que sus preocupaciones sean atendidas y es que como víctima, quiere sentirse reparada, y para ella, esto se traduce en la posibilidad de recuperar a víctima e infractor como dos personas nuevas y productivas. También requiere tener una oportunidad de poder construir un sentimiento de comunidad, ya que tras el delito, se pierde la confianza en el todo, en la sociedad, por eso a través de la mutua aceptación de responsabilidad, del infractor y de la comunidad, se va a generar un sentimiento de grupo, pues se deben responsabilizar por el bienestar de sus miembros y promover junto con los demás afectados una sociedad más pacífica y saludable. Y por supuesto, la comunidad necesita sentir que hay menos probabilidades de que el infractor vuelva a cometer un nuevo delito, de esta forma se previene que otros miembros se conviertan en víctimas y se consigue así una sociedad más segura y con más confianza en cada uno de sus miembros. Estos tres factores hacen que la Justicia Restaurativa se revele como una forma de hacer justicia más justa, que se centra en el daño, en la oportunidad de que el infractor haga las cosas bien de forma voluntaria y porque es lo correcto y por ende, la mejor atención y reparación de los daños a la víctima. Con esto, es más probable que víctima e infractor se puedan despojar de su rol, favoreciendo la curación de la víctima y la mejor reinserción del infractor con lo que la sociedad ganará porque será más pacífica y recuperará su sentimiento de confianza y seguridad.

1.3. Concepto de Justicia Restaurativa

No existen conceptos claros que definan con claridad la Justicia Restaurativa, ya que la mayoría de las definiciones están enfocadas a metodologías concretas de esta Justicia como la definición de la la DIRECTIVA 2012/29/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de octubre de 2012⁴ por la que se establecen normas mínimas sobre los derechos, el apoyo y la protección de las víctimas de delitos, en la que la enfoca como “cualquier proceso que permita a la víctima y al infractor participar activamente, si dan su consentimiento libremente para ello, en la solución de los problemas resultantes de la infracción penal con la ayuda de un tercero imparcial.” Sin duda, es una definición que se centra en una forma de aplicar la Justicia Restaurativa: la mediación víctima-infractor pero no tiene en cuenta que estamos hablando de forma global, como una teoría de Justicia.

Las Naciones Unidas definen la Justicia Restaurativa como un como una respuesta evolucionada al crimen que respeta la dignidad y equidad de cada persona,

⁴ Art. 1. D) de la DIRECTIVA 2012/29/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 25 de octubre de 2012 por la que se establecen normas mínimas sobre los derechos, el apoyo y la protección de las víctimas de delitos

construye comprensión y promueve armonía social a través de la “sanación” de la víctima, infractor y comunidad. Una definición interesante y muy acertada porque lo hace en sentido amplio como filosofía y no solo atendiendo a una forma de aplicarla como puede ser los procesos restaurativos de mediación penal, círculos o conferencias restaurativas. Opino que la Justicia Restaurativa debe concebirse como lo hace las Naciones Unidas, como una filosofía o paradigma de justicia que fomenta una humanización de la Justicia penal

Esta definición me lleva a considerar la Justicia Restaurativa desde distintos puntos de vista como **filosofía**, otras veces como un **conjunto de valores** y en ocasiones como **herramientas** para ponerla en práctica. Estas tres ideas sobre justicia restaurativa van unidas y entrelazadas tal y como se puede ver en la Fig. 1. Justicia Restaurativa como filosofía, parte de la premisa de que el delito ha causado un daño, se debe reparar y es una oportunidad para que todos los afectados participen de forma activa y directa

La justicia restaurativa engloba una serie de principios y valores, directamente emanados de la filosofía que subyacen en ella son entre muchos otros: respeto, encuentro, reparación, responsabilidad, seguridad, curación, reintegración y empatía

Y como **herramientas para poner en practica esta filosofía**, que contiene estos valores hay mucha más variedad de lo que nos pensamos a priori, no es solo la mediación penal sino también y como simple ejemplo, hay otras herramientas, más o menos restaurativas según incluyan a todos los afectados por el delito o solo algunos: conferencias restaurativas, círculos de paz, paneles de víctimas, servicios en favor de la comunidad, servicios de asistencia a las víctimas, programas de reparación del daño, comisiones para la verdad y la reconciliación, comités para la reparación del daño....

Por eso, la Justicia Restaurativa es un concepto amplio, que incluye la filosofía, unos valores que la alimentan y conforman sus características básicas y una serie de herramientas que hacen realidad estos valores y esta filosofía.

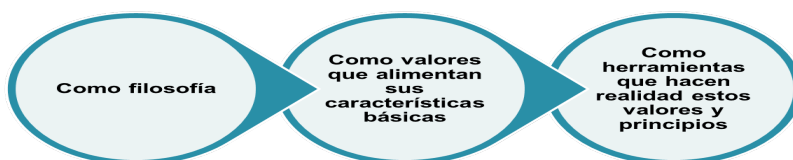


Figura 1. La visión global de la Justicia Restaurativa.

2. ASPECTOS COMUNES DE LA JUSTICIA RESTAURATIVA Y LA ACTUAL JUSTICIA

Creo sinceramente que el origen de la Justicia tanto Retributiva como Restaurativa, no parte de supuestos teóricos sino de las emociones⁵

Ser víctima de un delito o una injusticia provoca indignación, ira, humillación y venganza o deseo de compensar el daño sufrido, infligiendo dolor al infractor. Pero dejar que afloren estos sentimientos de venganza puede ser peligroso e irsenos de la

⁵ Domingo de la Fuente, V “Justicia Restaurativa algo más que mediación” (2012). nº00/2012/2082

mano. Si esta ira e indignación no se canalizan para evitar acciones de venganza, las consecuencias pueden ser catastróficas para la vida social. De ahí que la respuesta de las autoridades a la delincuencia fuera la de ejercer la justicia en nombre de la víctima hasta tal punto que como decía Nils Christie [2] “el estado nos ha robado el conflicto” y yo añadiría también el delito.

Sin embargo esta transformación de la venganza en retribucionismo ha reducido o eliminado la dimensión humana y emocional. La Justicia penal actual, se ha reducido a conceptos y procedimientos iguales para todos, llenos de burocracia y en muchas ocasiones incomprensibles. Además la retribución se centra en la dimensión pública de la delincuencia. Por eso los profesionales pueden sentir que se ha hecho justicia, pero las partes directamente afectadas a menudo, quedan frustradas con un sentimiento de injusticia.

Esto sin duda, sucede porque con nuestra actual Justicia es el estado el que se erige como víctima, y todo su afán es ejercer esta venganza, en nombre de la víctima pero de una forma que no atiende realmente las expectativas de estas víctimas, ya que se olvida de algo esencial y es que el delito es más que una vulneración de la norma, es una violación de las relaciones de las personas como ya he comentado anteriormente. Aquí es donde tiene cabida y da esperanzas la Justicia Restaurativa: abordando las dimensiones emocionales de la delincuencia y transformando y canalizando estas emociones, no positivas y destructivas por algo constructivo (motivaciones sanadoras)

Mantener esta teoría de la Justicia Restaurativa parece complicado pero no lo es tanto. El retribucionismo se basa en el principio kantiano de que castigar el mal es un imperativo categórico. Las comunidades deben hacer normas claras y hacerlas cumplir. Se debe entender que toda violación de estas normas es desaprobada y que los ciudadanos las comprenden para así evitar futuros comportamientos contrarios a la ley. Sin embargo, para dejar claro a la comunidad que las conductas delictivas no son toleradas, ¿es necesario expresarlo a través del castigo?

La retribución se basa en una especie de venganza recíproca. La venganza se torna legal mediante la imposición al infractor de una cantidad de dolor que se corresponde con el daño causado por el delito.

Muchos creen que se hace justicia si el infractor también tiene dificultades y que así se borran los beneficios ilegítimos obtenidos por el infractor. Sin embargo, hay una necesidad natural de que el equilibrio sea restaurado, sería injusto que dejáramos a las víctimas solas con sus quejas y sus pérdidas. Queremos que sus pérdidas y daños materiales, mentales y sociales se puedan atender y la victimización sea eliminada. Todos estamos de acuerdo en que los delitos deben ser censurados públicamente para fomentar el cumplimiento de las normas y que un equilibrio moral debe ser restaurado para preservar las relaciones sociales. Por eso, podemos ver la Justicia Restaurativa como un **retribucionismo constructivo inverso**. La retribución se basa en que el comportamiento ilegal es condenado, el infractor es responsable y el desequilibrio moral es reparado mediante el pago de devolver al infractor el sufrimiento que causó por el delito.

La Justicia Restaurativa tiene estos elementos de censura pero se ven de una manera constructiva. Esta censura se basa en las relaciones sociales. La conducta delictiva es censurada porque ha causado un daño a otra vida. Emociones como el remordimiento, la culpa y la vergüenza son inherentes al proceso de la restauración.

Esta censura de la restauración se refiere a la obligación de respetar la calidad de las relaciones sociales.

Hay otro elemento clave: la responsabilidad. En el sistema retributivo, el delincuente se enfrenta al sistema y debe someterse a las consecuencias punitivas impuestas por él, no tiene ningún papel activo, solo una responsabilidad pasiva que se le impone por un acto cometido en el pasado. En cambio la Justicia Restaurativa invita al autor a tomar una responsabilidad activa, participando en el proceso y haciendo gestos para reparar o compensar el daño. Esta responsabilidad activa no es solo por el acto delictivo cometido en el pasado sino que está orientada hacia el futuro.

En cuanto al balance: Con la justicia retributiva, el equilibrio se restablece devolviendo al infractor el mismo daño que causó. Sin embargo, la cantidad de sufrimiento se duplica no sólo para los directamente implicados sino también para los cercanos a ellos.

En la Justicia Restaurativa, el papel del delincuente pagando es al revés: él debe pagar en la medida de lo posible por el daño a través de la reparación. Se restaura el equilibrio pero no doblando la cantidad de sufrimiento sino quitando un poco este sufrimiento. Hay cierta retribución pero constructiva, la justicia restaurativa se pregunta qué clase de deuda tiene el infractor y qué debe hacer para “pagar esa deuda” (Braithwaite)⁶ [3]. La delincuencia duele y por eso la Justicia debe sanar. Ambas, justicia retributiva y restaurativa tienen el mismo objetivo reequilibrar las consecuencias de un delito aunque la diferencia es cómo se va a hacer. Según la justicia retributiva causar intencionadamente dolor es imprescindible para armonizar la conducta ilícita y censurarla.

Sin embargo, la vertiente retributiva de la Justicia Restaurativa busca el equilibrio dando un papel activo al infractor y a la víctima actuando de forma constructiva no respecto al hecho pasado delictivo, sino mirando hacia el futuro sin delitos. En un mundo en que las personas cada vez más se sienten alienadas, la Justicia Restaurativa construye sentimientos positivos y fortalece lazos sociales.

El objetivo de esta justicia en el ámbito penal trata no solo de reducir el crimen sino también de reducir su impacto. La capacidad de la Justicia Restaurativa para hacer frente a estas necesidades emocionales y de relación y para “engancharse” a los ciudadanos, es la llave para una comunidad más saludable. Para esta justicia, el delito rompe la paz entre los miembros de la comunidad y por eso los delincuentes deben hacer las cosas bien también para con la comunidad. Algunas víctimas revelan que se sienten como un cebo para que el infractor sea condenado, pero los efectos de los delitos en las víctimas a veces son visibles y tras no, y la justicia restaurativa procura su atención de forma más satisfactoria.

Sabiendo que ambas formas de ver la Justicia surgieron de las emociones y como forma de canalizarlas y dotarlas de legalidad, puede ser importante sin desechar del todo la actual Justicia cubrir las carencias que tiene con respecto a la excesiva burocracia y la falta de humanidad, dotándola de un enfoque restaurativo que la haga más cercana a las necesidades de las verdaderas personas afectadas por el delito: víctima, infractor y comunidad. Combinándolas creo que se podría lograr una justicia que aunque suene paradójico sea más justa y más humana.

⁶ Braithwaite, J. (2002) Restorative Justice and Responsive Regulation. Oxford, Inglaterra: Oxford University Press, p. 3.

2.1 ¿Cómo introducir la Justicia Restaurativa en nuestra sistema penal de Justicia?

Todas las teorías acerca de la justicia como construcciones doctrinales, deben ir desarrollándose poco a poco, en el caso de la Justicia Restaurativa esta evolución debería cimentarse en el cambio de dos paradigmas:

1. desde el punto de vista jurídico y como afirma Howard Zehr⁷, el cambio es dejar de centrarnos en el binomio delito- pena y basarnos en el de daño-reparación
2. pero también sería bueno tal y como decía Thomas Kuhn⁸ basarnos en un paradigma psicológico-filosófico y en lugar de obligar a la gente a comportarse de manera adecuada ante la amenaza del castigo, se debería alentar el desarrollo de la empatía [4]

La empatía suele definirse como “ponerse en los zapatos del otro”. Es una habilidad que nos permite estar conscientes para reconocer, comprender y apreciar los sentimientos de los demás.

Siguiendo a Thomas Kuhn, y aplicando todo esto a la Justicia Restaurativa, si tratamos de generar empatía en las partes, los beneficios son importantes, especialmente porque se puede conseguir que el infractor aprenda que no debe delinquir pero no por el temor a recibir un castigo sino porque ha comprendido que con esta actitud está dañando a una persona, a un ser humano. Este paradigma filosófico y los valores que promueve son importantes para cualquier clase de infractores, pero claramente en los jóvenes es más fácil conseguir un desarrollo de valores como la empatía que permita resocializarlos, y corregir ciertos comportamientos ilícitos que sin caer en el error de justificarlos, en muchas ocasiones se cometen por su escasa edad, compañías y entorno no apropiado o simplemente porque creen que no causaron el daño que realmente hicieron o no valoran el impacto que su acción causó

3. ¿CÓMO LOGRAR UNA JUSTICIA PENAL CON ENFOQUE RESTAURATIVO?

Lo más importante es que la Justicia Restaurativa no es un proceso específico sino más bien un conjunto de principios rectores y valores, un marco para identificar y abordar los daños y las obligaciones. Es algo más amplio que los diferentes modelos de encuentros específicos. Por eso, los encuentros restaurativos pueden ser realmente importantes, aunque no dejan de ser un aspecto más, quizá el último “escalón”, pero si verdaderamente creemos que la Justicia Restaurativa es una forma de ver la justicia más humana, un nuevo paradigma de justicia, aplicada al sistema de justicia penal, debemos ir dotando al sistema penal de justicia que ya tenemos, de una serie de valores, elementos y principios restaurativos.

Así operando desde dentro y partiendo de la regulación existentes, los resultados serán más satisfactorios porque se habrá tenido en cuenta las peculiaridades de cada país y sus leyes y los operadores jurídicos, otras autoridades y la sociedad en general tendrá tiempo de asumir la Justicia Restaurativa como lo más lógico, acertado

⁷ Zehr, Howard “Changing lenses: a new focus for crime and victim”(1990). Herald Press.

⁸ Kuhn, Thomas (1962) “La estructura de las revoluciones científicas”. Editorial de la Universidad de Chicago

y beneficioso para todos. Por así decirlo, soy partidaria de construir la actual justicia penal con un enfoque restaurativo, favoreciendo valores como la escucha a las víctimas y la información de la evolución de su caso durante todo el proceso, favoreciendo su reparación...y desde el punto de vista del infractor procurando su asunción de responsabilidad, y su reinserción de nuevo en la sociedad, y los encuentros restaurativos ya sean mediación penal u otro serán un paso más en esta justicia penal con enfoque restaurador.

Esta sería la idea de cómo enfocar esta justicia restaurativa en consonancia con lo que he comentado al empezar mi charla, como filosofía y como conjunto de valores y principios en la que las diferentes formas de encuentros serán herramientas o procesos dentro de esta visión global de justicia restaurativa como filosofía.[5]

La justicia Restaurativa bajo mi concepción sería una brújula que nos ayudaría a guiarnos dentro del mapa para encontrar el camino restaurativo que sea más adecuado para cada caso y teniendo en cuenta las circunstancias de víctima e infractor. Y ¿cómo saber si nuestra brújula funciona? Pues teniendo en cuenta y valorando los principios y valores de esta justicia restaurativa y que nos servirán para saber si estamos siendo restaurativos o no y en qué grado.

Al contrario de las tesis abolicionistas que plantean la total sustitución de la justicia retributiva por la restaurativa, considero que ésta última no es la panacea pero si puede servir para cubrir las carencias y los vacíos legales que tiene nuestra actual justicia. De esta forma y no planteando la Justicia Restaurativa como radicalmente opuesta a la Restaurativa, se puede lograr una mejor aceptación de sus beneficios y sobre todo puede conseguir más apoyo para su real implementación. Al fin y al cabo como he comentado, la Justicia Restaurativa es la Justicia que siempre existió y que fuimos perdiendo a la par que cedíamos poder al estado para que gestionara nuestros conflictos y problemas.

3.1 ¿El Estatuto de la Víctima es una norma penal con enfoque restaurativo?

Como ya hemos visto, en un marco de valores restaurativos como es la Justicia Restaurativa, los encuentros serían una parte esencial, que se debe completar con una atención individualizada a las necesidades materiales y morales de las víctimas y del infractor, proporcionándoles una oportunidad de hacer las cosas bien, reparando de esta forma el daño que causaron y ayudar así a su vuelta a la sociedad. Nos podemos ocupar de las víctimas y de los infractores desde un punto de vista restaurativo, y el Estatuto de la Víctima del delito, que entró en vigor el pasado día 28 de octubre, es un buen comienzo para lograrlo, puesto que en sí misma, es una norma restaurativa que ya se nutre de los valores y principios esenciales de esta Justicia.

¿Cuáles son estos valores y principios restaurativos que contiene esta norma?

Tiene en cuenta a toda clase de víctimas, tanto las que sufren el delito directamente como indirectamente y con independencia de si el daño fue moral, físico y/o económico. Esto está en consonancia con un valor esencial de la Justicia Restaurativa: la inclusión. No pone límites a quién puede haberse sentido víctima, esto es importante, porque así se puede lograr la mejor “curación” de los implicados en el delito y su mejor reinserción (otro pilar restaurativo) pues las víctimas también necesitan

⁹ Domingo de la Fuente, V (2014) “El estatuto de la víctima y la Justicia Restaurativa”. Lawyerpress. http://www.lawyerpress.com/news/2014_02/0302_14_008.html

reintegrarse de nuevo en la sociedad. Se facilita una mejor forma de abordar el delito y sus consecuencias.

La Justicia Restaurativa se revela como una justicia más humana y cercana, lejos de la justicia penal tradicional, rígida, fría, a veces incomprensible que uniformiza la respuesta al delito, sin tener en cuenta las circunstancias personales de cada parte y del caso concreto. Precisamente, esta norma se aparta de esto y tiene como objetivo restaurativo dar una respuesta no solo jurídica, sino social a las consecuencias del daño sufrido por las víctimas, con un trato individualizado a cada una, con independencia del daño sufrido. Se ha sabido ver que cada víctima es diferente y un mismo delito no impacta igual en diferentes personas, de ahí que puede que una víctima de un delito menos grave necesite igual o más ayuda que otra que sufrió uno de más entidad. Esta atención individualizada es esencial para la Justicia Restaurativa y logrará víctimas más satisfechas y con más posibilidades de despojarse del rol de víctima, para poder continuar su camino hacia la superación del trauma del crimen.

La norma establece una serie de derechos de las víctimas estén o no personadas en el proceso. Estos derechos lo que hacen es fomentar otro pilar restaurativo fundamental, la participación. Y es que hay una necesidad de muchas víctimas que frecuentemente demandan y es ignorada en el proceso tradicional penal, y es su deseo de ser informadas de la evolución de su caso y sobre todo tener “voz”, poder participar e implicarse directamente en un hecho que las afecta tan directamente como es el delito sufrido. Esta norma deja de considerar a las víctimas como un simple sujeto pasivo para considerarla agente activo que merece ser reconocido con plenos derechos, sin menoscabar los del infractor. Esta necesidad de las víctimas desde un punto de vista restaurativo de participar y ser oída durante todo el proceso, se aborda profundamente por el estatuto y así reconoce su derecho a ser informada sobre sus diferentes opciones durante todo el proceso, sobre la fecha de su juicio, sentencia y otras medidas cautelares. Ya no será un mero testigo. Esta “voz” que se da a las víctimas, es congruente con los valores restaurativos como la participación, reconocimiento y respeto al dolor sufrido y no vulnera los derechos de los infractores, puesto que este oír a la víctima, no implica que siempre y en todo caso, se la vaya a hacer caso, es solamente un “equilibrar la balanza” en favor de los directamente afectados, devolviendo a la víctima, el poder y control sobre su vida que perdió tras sufrir el delito. Hasta ahora todo lo dicho es Justicia Restaurativa en estado puro.

Además del catálogo de derechos, que hacen que esta norma tenga un enfoque restaurativo, se incluye como otro derecho más el de las víctimas a recurrir y ser informada de los servicios de justicia reparadora existentes.

Ya se habla de justicia restaurativa o reparadora y no solo de mediación penal. Así la justicia restaurativa estará al alcance de cualquier víctima con independencia del delito sufrido y del lugar donde se cometió, si así lo desean. De esta forma, tal y como queda redactada la referencia a los servicios de justicia reparadora, se podrá aplicar en principio a cualquier clase de delito, con independencia de su gravedad. Así los procesos restaurativos podrán ser una alternativa para delitos leves pero un complemento para los delitos graves.

Es una norma que proporcionan avances en la Justicia Restaurativa porque el texto sitúa a estos servicios, como un derecho universal de todas las víctimas, y se los dota de una entidad distinta pero asimilada a los servicios de ayuda a las víctimas.

4. CONCLUSIÓN

Aunque actualmente se concibe la Justicia Restaurativa como simples fórmulas de encuentro víctima, infractor y a veces comunidad, la realidad es que esta Justicia es una teoría de Justicia que no tiene por qué estar alejada del ámbito penal sino que se nutre de elementos que ya existen en todos los derechos penales, como la reparación del daño, suspensión o sustitución de las penas y otras muchas instituciones destinadas a dar una oportunidad al infractor para asumir sus actos y propiciar la reparación del daño a la víctima. Sin duda, estos mecanismos que existen en el derecho penal pueden mejorarse a través de este enfoque restaurativo, que propicia la participación activa de los realmente afectados por el delito víctima e infractor. El proceso penal ya no giraría en torno al estado y al infractor, sino que la víctima recuperaría un papel protagonista. También se atendería sus necesidades de una forma más eficaz, sin mercantilizar la reparación sino haciendo posible que esta compensación se haga en el sentido más amplio de la palabra y de acuerdo a las verdaderas y reales necesidades de las víctimas. De la misma manera, el infractor en lugar de adoptar una actitud pasiva en la que solo reconoce el delito en la mayoría de los casos guiado por motivos espúreos, este enfoque restaurativo propiciará una actitud activa y responsable, si quiere asumir el daño tendrá una oportunidad pero deberá entender que la reparación o compensación no es un castigo impuesto por el juez, sino una prestación socialmente constructiva es decir todo el que hace algo mal, tiene un deber de enmendar el daño o mitigarlo. Instituciones que tenemos en España como las sentencias de conformidad serán más cualificadas y más eficaces, ya que la víctima habrá estado informada durante todo el proceso y el infractor reconocerá el delito, tras comprometerse a reparar el daño, no solo por conseguir una reducción de la pena. Por eso la justicia penal con enfoque restaurativo, se revela como una justicia más humana y eficaz, en la que los encuentros restaurativos si son posibles, serán el último escalón y el ideal dentro de una justicia penal más participativa inclusiva y humana.

REFERENCIAS

- [1] Eglash, A (1977) “Restitution in Criminal Justice: A Critical Assessment of Sanctions”. Edited by Joe Hudson and Burt Galaway.
- [2] Christie, N. (1977) “Conflicts as Property “ *British Journal of Criminology* Vol. (17), pp. 1-15
- [3] Braithwaite, J. (2002) “Setting Standards for Restorative Justice “, *British Journal of Criminology* (42) pp. 563-577
- [4] Domingo de la Fuente, V (2012) “Gestión del Conflicto Penal”. Capítulo sobre justicia restaurativa, pag.151-169. Editorial Astrea
- [5] Domingo de la Fuente, V (2012) “Entrevista a Howard Zehr”. *Criminología y Justicia*. ISSN-e 2174-1697, nº4, págs. 115-117

TERCERA SESIÓN

MARÍA DOLORES MÉNDEZ APARICIO

“El ruido del canal de comunicación como factor decisivo en la Experiencia de Cliente”

RAQUEL DEL PINO GARCÍA

“Estudio del efecto protector frente al estrés oxidativo en ratas diabéticas suplementadas con un sazonador obtenido a partir de residuos vitivinícolas”

ANDREA BELLEZA

“Augmented learning: innovación organizativa y tecnológica para la educación empresarial”

JUAN GARCÍA CUADRADO

“Aplicación de superficies de respuesta para la estimación de las propiedades a fractura de morteros bastardos fabricados con escoria blanca para uso en construcción”

NATALIA MUÑOZ RUJAS

“Determinación de la viscosidad a alta presión para el sistema binario HFE-7500 + disopropil éter (DIPE) mediante un viscosímetro de caída de cuerpo”

EL RUIDO DEL CANAL DE COMUNICACIÓN COMO FACTOR DECISIVO EN LA EXPERIENCIA DE CLIENTE

M^a DOLORES MÉNDEZ APARICIO

RESUMEN

En la formulación de las estrategias de marketing, las organizaciones han pasado de la economía del producto a la Experiencia de Cliente. Esta evolución ha llevado del producto indiferenciado de la revolución industrial al consumo como experiencia de vida, en lo alto de la pirámide de Maslow [1], donde, lejos de cubrir necesidades físicas, se busca satisfacciones emocionales y psicológicas a través del consumo o de la relación con la marca, y que se convierten en factores clave diferenciales frente a la competencia [2]. Las empresas, más allá de la satisfacción, buscan la experiencia de cliente, al trasponer la percepción temporal en búsqueda del recuerdo que perdura y que se establece antes, durante y después del consumo.

Los factores que intervienen en dicha experiencia no se improvisan, no son manejables por la organización ya que son fruto de múltiples factores (Medem (2014) [3] y [4], Martínez-Arroyo *et al.*, (2014) [4] y Seré, (2011) [3]):

- Se consiguen con el tiempo
- Se basan en el momento de la verdad del cliente
- No se basan en la calidad, ya que el 80% de los clientes que abandonan la marca de los productos o servicios que la empresa, se consideran satisfechos
- Interviene la intención del cliente, la emoción sentida y la experiencia vivida, lo que convierte cada experiencia de consumo en única e irrepetible.
- La satisfacción mide atributos, la experiencia emociones y actitudes

Por ello, moverse en este nuevo escenario requiere tiempo, esfuerzo, conocimiento y sobre todo, cambio en la cultura corporativa y las empresas, dentro de su plan estratégico deberán fijar como objetivo que cada interacción con el cliente sea una verdadera experiencia y un momento de diferenciación para la empresa.

En este sentido, los modelos de calidad percibida existentes [5] ahora se enfrentan a unas expectativas diferentes al irrumpir en las dos últimas décadas el comercio electrónico como canal de distribución. Así, las expectativas de usabilidad del Sistema como plataforma, el servicio ofrecido, la información del proceso y la seguridad en la transacción son claves para la experiencia de cliente en el canal web. Finalmente, otros aspectos que también influyen son las experiencias de flujo esperadas en los entornos mediados por ordenador (Csikszentmihalyi 1977; 1990) (Hoffman y Novak (1996) [6], y los modelos de adopción de tecnología en otros mercados (TAM, TPB TAM ampliado etc.) [3]. De esta forma, el entorno social del cliente se convierte

también en stakeholder directo y no indirecto, como hasta ahora. El empoderamiento del consumidor se hace evidente más que nunca [4].

El objeto de esta investigación es doble. Por un lado, establecer las diferentes dimensiones que componen el modelo de relación de experiencia de cliente en su relación con la marca en un canal electrónico y el peso en su satisfacción final y por otro lado, determinar las variables de usabilidad más importantes que se deben de tener en cuenta en el canal web.

Palabras clave: Usabilidad web, Innovación, Experiencia de cliente, Expectativas, Reputación, Fidelidad, Cliente, Recomendación, NPS, Canal de comunicación, Vínculo emocional, Calidad percibida, Economía del conocimiento.

ABSTRACT

In the formulation of marketing strategies, organizations have passed product economy to the customer experience. This evolution has led product undifferentiated from the industrial revolution to consumption as a life experience, at the top of the pyramid of Maslow [1], where, far from meeting physical needs, seeks emotional and psychological satisfaction through the consumption or the relationship with the brand, and they become factors key differentials against competitors [2]. The companies, beyond the satisfaction, looking for customer experience, to transpose the temporal perception in search of the memory that lingers and is set before, during and after consumption.

The factors involved in such an experience is not improvised, are not manageable by the Organization since they are the result of multiple factors factores (Medem (2014) [3] y [4], Martínez-Arroyo *et al.*, (2014) [4] y Seré, (2011) [3]):

- Are achieved over time,
- Are based on the moment of truth for customer
- They are not based on quality, since the 80 customers who leave the brand of products or services to the company, are considered to be satisfied
- It intervenes the intention of the client, the felt emotion and experience, which makes each consumer experience unique and unrepeatable
- Satisfaction measured attributes, experience measured emotions and attitudes

Therefore, move in this new scenario requires time, effort, knowledge and above all, a change in corporate culture and the companies within its strategic plan should be fixed as objective that every customer interaction is a true experience and a moment of differentiation for the company.

In this regard, the existing models of perceived quality [5] has as a challenge new expectations to break in the last two decades electronic commerce as a distribution channel. Thus, the expectations of usability of the system as a platform, service, the information process and security in the transaction are key to web channel customer experience. Finally, other aspects that may also influence are the experiences of flow in computer-mediated environments (Csikszentmihalyi 1977; 1990) (Hoffman y Novak (1996) [6], and models of adoption of technology in other markets (TAM, TPB TAM amplified etc.) [3]. In this way, the social environment of the client becomes also in direct

stakeholder and not indirect, as usual. Consumer empowerment is evident more than ever [4].

The object of this research is two-fold. First, establish the different dimensions that make up the model of relationship of customer experience in relation to the mark in an electronic channel and the weight in your ultimate satisfaction and second, determining the most important usability variables that must be taken into account in the web channel.

Keywords: Web usability, Innovation, Customer experience, Expectations, Reputation, Loyalty, Recommendation index, NPS, Channel of communication, Emotional bond, Perceived quality, The knowledge economy.

1. CLAVES PARA LA CONSISTENCIA ENTRE CANALES

1.1. Estrategia de comunicación multicanal

La Asociación para el Desarrollo de la Experiencia de Clientes, DEC ([4] [7] [8]), señala que las tres claves para el desarrollo adecuado de una buena estrategia multicanal son:

a).- *Crear y mantener perfiles completos de los clientes que nos permita conocer sus movimientos y preferencias* (Martínez Arroyo *et al.*, 2014 [4]). En este sentido, el futuro modelo de relación debe contar con las dimensiones de experiencia previa y nivel de reputación de marca que defina la expectativa del cliente ante la interacción. Por tanto, serán variables moderadoras la complejidad del proceso, su nivel de adopción de y su perfil sociográfico.

b).- *Interacciones personalizadas. El mensaje no solo debe ser relevante y oportuno, debe ser personal.* Este aspecto es esencial en el proceso de canal electrónico para conseguir el clima de intimidad deseado. Serán relevantes todos los aspectos de usabilidad en su más amplia acepción y que ahora citaremos.

c).- *Siempre el mensaje adecuado, en el lugar adecuado y en el momento adecuado.* La oportunidad es crucial en una estrategia multicanal. Si el cliente ya se siente cómodo en los canales habituales y es fiel a la compañía, un canal web mal gestionado en un momento de la verdad para el cliente puede ocasionar una pérdida importante de credibilidad y confianza, con la consiguiente minoración de fidelidad y nivel de recomendación. Incluiremos pues estas dimensiones en el modelo de relación y mediremos sus relaciones cruzadas.

1.2. Modelizar la experiencia de cliente en el comercio electrónico

Como ya se ha formulado anteriormente, esta investigación tiene un doble objetivo: por un lado, proponer un modelo relacional que recoja todas las dimensiones que influyen en el proceso de entrega de un servicio al cliente a través de un canal digital y en segundo lugar, estudiar cómo son de explicativas en la satisfacción final obtenida así cómo influyen en la experiencia de cliente consolidada y en el nivel de recomendación y lealtad.

1.2.1. Descripción de las dimensiones utilizadas

La experiencia de cliente se fundamenta en los principios del marketing relacional que, según Berry (1983:25) [9], consiste en “atraer, mantener y mejorar las

relaciones con los clientes”. En esta línea, este autor junto a Parasuraman (1991:133) proponen que “el marketing de relaciones se refiere a la atracción, desarrollo y mantenimiento de las relaciones con los clientes”. Esta relación percibida como un todo, nos aleja del marketing transaccional, donde se enfatiza lo discreto (Aldás Manzano *et al.* 2011) [10] y nos acerca al enfoque relacional que fomenta la relación efectiva y duradera y por tanto la fidelidad, (Jackson, 1985) [23]; (Stone y Mason, 1997) [11].

Dado que nuestra investigación se centra en un servicio, se cree necesario conocer que se entiende por servicio- En este sentido, Kotler define el servicio (Kotler *et al.*, 2004, pág. 5), como: “actividades, beneficios y satisfacciones que se venden...” [12], en tanto que Grönroos (2001) establece que es “una actividad o serie de actividades de naturaleza más o menos intangible que [...] intentan resolver los problemas del consumidor”. Otro aspecto a tener presente Es la eficacia del servicio, siendo este concepto lo que determina el por qué el cliente compra la marca y logra su satisfacción.

Los nuevos canales virtuales, a pesar de su alta capacidad visual y gran intencionalidad de venta y corporativismo, no han desarrollado aún activos digitales estratégicos de calidad que puedan suplir los canales tradicionales, ya que el éxito en el servicio se basa en el fin y no en los medios empleados en la prestación (Santomá *et al.* [13]). Este aspecto no lleva a plantearnos la necesidad de incluir en el modelo todas las dimensiones que influyen en un proceso de calidad y que podrían ser: información, servicio y entorno. En este caso, estudio de la plataforma web y sus atributos específicos.

Centrándonos en la relación que se establece en el canal entre la empresa y el cliente, surge la confianza, la satisfacción y la lealtad. Los tres conceptos van muy unidos al marketing de relaciones.

Investigaciones realizadas sobre si la confianza es un antecedente o un consecuente de la satisfacción han puesto de manifiesto resultados contradictorios. No existe al respecto un consenso, se podría decir que es una relación bidireccional. En relación a la lealtad, las investigaciones realizadas hasta ahora si que han puesto de manifiesto, que tanto la satisfacción como la Confianza dos antecedentes de la Lealtad. Siendo el objetivo de la empresa, el conseguir la satisfacción y confianza de sus clientes y por encima de todo la lealtad de sus clientes.

En línea con lo anterior, se impone que es necesario modelizar la lealtad y sus consecuencias. Así Zeithaml *et al.* (1996) [14]; Bellman *et al.* (1999) [15]; Lacey (2007) [16] y Lassala *et al.* (2010) [17] establecen la importancia de modelos predictivos de comportamiento de cartera de los clientes basados en la lealtad ya que sostienen que “quien muestra una actitud favorable hacia la otra parte de la relación manifiesta una intención de compra en mayor grado”. Y más aún, según Forrester Research y Watermark Consulting, la experiencia se correlaciona directamente con la disposición a recomendar una marca [18].

Un aspecto importante a destacar, es que tanto la confianza, como la satisfacción no se pueden formar por transacciones puntuales, sino que son la suma de muchos momentos del tiempo, es decir de muchas interacciones. Por ello, se debe tener en cuenta, las circunstancias temporales del cliente como efecto catalizador. Experiencia de Cliente es más que satisfacción, es aportar en la interacción experiencias auténticas que aporten valor en los momentos de la verdad o clave. Este salto cualitativo solo es posible desde el conocimiento del cliente.

Todo ello, nos lleva a la necesidad de tener presente en la investigación, el peso de los atributos del canal digital en la experiencia final, tanto los técnicos propios del sistema como los derivados de las nuevas corrientes de marketing emocional: el denominado efecto “wow” (ActionCoaching 2014) [19]. Este efecto está basado en la sorpresa y en el impacto, donde el cliente ve excedidas sus expectativas y la satisfacción adquiere efecto multiplicador al convertirse en “fans” de la marca. Es a partir del efecto “wow”, que adquieren especial atención los atributos de canal -experiencia de flujo e innovación-.

Adicionalmente a este conjunto de dimensiones que se establecen en cualquier relación que perdura a lo largo del tiempo, se debe añadir una dimensión más como son las expectativas. Estas aparecen antes y después de una interacción, contribuyendo de forma destacada a la formación de la confianza, satisfacción y por supuesto en la lealtad. Así, la secuencia de expectativa → interacción → resultado realimenta futuras actitudes del cliente ante la marca, lo que denominamos en el modelo Experiencia de Cliente, ya que modifica y condiciona su experiencia previa para futuras interacciones, bien de forma directa en nuevos contactos de su Plan de Contactos (Customer Journey del cliente, Temkin, (2010) [20]), bien de forma indirecta por el efecto causado en la reputación de marca que otras experiencias de cliente han tejido sobre la compañía y que llegan al cliente desde múltiples fuentes de información de mayor o menor influencia.

De forma gráfica, el modelo argumentado sería el siguiente (Fig.1):

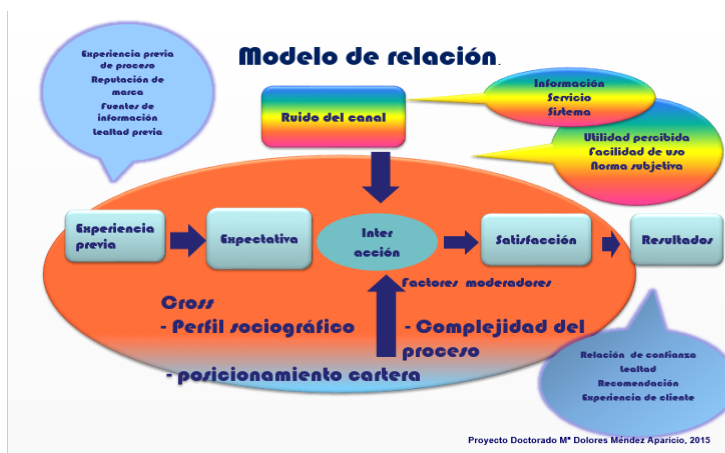


Figura 1. Modelo de relación de Experiencia de Cliente. Fuente propia

2. RUIDOS EN EL CANAL. QUÉ SIGNIFICAN Y CÓMO AFECTAN

Entendemos por ruidos de canal aquellas dimensiones que contribuyen a tener una relación satisfactoria o la perturban sin remedio y que son diferentes de un canal a otro, y no solo por la calidad de los atributos más visibles o tangibles de usabilidad (diseño, tamaño, etc.) sino por la diferente calidad del servicio y de la información ofrecida, así como de la percepción del clima de seguridad y confianza en que se

desenvuelve la interacción. Esta perturbación suele suceder cuando se abren nuevos canales de distribución sin madurez suficiente en la implementación de los ser.

Se ha elegido la palabra ruido porque define muy bien el problema que ocurre cuando en un conjunto cohesionado de dimensiones alguna/s no funciona/n creando una sensación indescriptible de falta de armonía y perfección. Es necesario pues, analizar qué no ha funcionado e incluir suficientes atributos de la dimensión que nos ayuden a valorar su peso relativo en el sistema de variables.

2.1. Qué es la usabilidad y cómo analizar un momento “wow” en la red

Según la definición de usabilidad de ISO/IEC 9126 [21]: “la usabilidad se refiere a la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso”. Según la definición de ISO/IEC 9241: “Usabilidad es la eficacia, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico”.

En la primera definición se menciona específicamente al usuario como sujeto y delimita las cualidades inherentes a comprobar sobre la usabilidad:

- Facilidad de comprensión de las instrucciones para obtener el resultado
- Facilidad de aprendizaje y recuerdo para usos posteriores
- Facilidad de uso en recursos necesarios
- Atractivo

En la segunda definición, el análisis se concreta en términos más globales:

- Eficacia: Lograr el objetivo.
- Eficiencia: lograrlo en un tiempo aceptable
- Satisfacción: que haya sido agradable el proceso

En el apartado anterior se ha hecho referencia al momento “wow [19]” y que se podría definir “como experiencia que sobrepasa toda expectativa y que provoca una satisfacción plena y un recuerdo memorable”. En los medios digitales está directamente relacionado con la teoría de experiencia de flujo (Hoffman y Novak, 1996), donde el concepto de atractivo se imbrica con la capacidad de reto produciendo una experiencia única en la navegación. De acuerdo con Csikszentmihalyi (Csikszentmihalyi [6], 1982; Csikszentmihalyi & LeFevre 1989) “... es alcanzado cuando un usuario lo suficientemente motivado percibe un equilibrio entre sus habilidades y los desafíos de la interacción”.

Según Webster, Trevino y Ryan (Webster, Trevino y Ryan, 1993, citados en Hoffman y Novak, 1996), la experiencia de flujo ocurre cuando se dan en la navegación las siguientes circunstancias en el usuario: 1) Percibe un sentido de control sobre sus interacciones en el medio ambiente, 2) Centra su atención en la interacción y 3) Disfruta en el proceso.

Adicionalmente, descansa en cinco aspectos fundamentales: “control, atención, enfoque, curiosidad e interés intrínseco.” De esta forma, pasamos a la experiencia de flujo como estado gratificante que permite transpolar tiempo y espacio y transfundir la realidad personal y virtual.

El flujo es un concepto útil para describir el impacto de la interacción con ordenadores (Csikszentmihalyi 1990; Ghani 1991; Trevino y Webster 1992; Webster, Trevino y Ryan 1993). Es continuo y medible y abarca todo el tiempo empleado y todo lo realizado: visitas, archivos y descargas y directamente dependiente de la ergonomía física y psicológica del Computer-Mediated Environment, CME, cuando se quiere considerar como lugar de relación y no de comunicación.

Hoffman y Novak (1995, 1996 y 2000), en sus investigaciones realizadas para estudiar el comportamiento de los individuos en los entornos virtuales, indican que son determinantes del comportamiento planificado del uso de la red las normas subjetivas, las actitudes y la percepción de control del medio. Las normas personales vendrán influidas en diferente medida por los factores extrínsecos e intrínsecos que afectan al consumidor (Rodríguez Ardura, 2000) tales como la cultura, los factores personales y sociales y los ambientales, las creencias asumidas y la predisposición dentro de la denominada masa crítica. Las actitudes, se orientan hacia la compra en función de la relación triangular que se establece entre necesidad-producto-beneficio esperado de los CME's. Dentro de la percepción de control -transversal extrínseco-intrínseco-, influirán de forma decisiva la facilidad de uso, acceso y ergonomía de las herramientas del particular entorno CME (usuario-medio-empresa). A esta teoría subyacente de los modelos de valor de la expectativa hay que añadir un factor más: la cantidad de esfuerzo que el usuario está dispuesto a realizar en el uso de un CME

Finalmente, este modelo de comportamiento adolece de dos problemas fundamentales tal y como indica Hoffman y Novak. Primero: la falta de experiencia con un CME produce una falta de expectativa sobre los beneficios esperados y creencias subyacentes, solo solucionable desde la experiencia real del CME. Segundo: la falta de conocimiento está directamente relacionada con la falta de control percibido. Por ello, deberemos tener en cuenta en el modelo tres dimensiones interactuando: la experiencia previa del cliente en el sistema y en el servicio y la información relevante, suficiente, precisa y de calidad del canal. Para Bevan (1994) un producto no es en sí mismo intrínsecamente usable, sino que adquirirá esa capacidad en un contexto particular y por usuarios particulares.

Conclusiones a extraer sobre experiencia de flujo en el canal web:

- Es imprescindible atraer al entorno web o CME emergente a personas con actitud abierta.
- Dotar a los CME de facilidades inequívocas para atraer de forma continua a los usuarios desde el control de comportamiento percibido.
- Una vez constituida la masa crítica, las normas subjetivas atraerán al resto de usuarios.

A la vista de las conclusiones ¿qué atributos debería contemplar el modelo para poder medir la satisfacción obtenida en el momento wow? [19]. Para medir el control de desafío se debería analizar si los retos fueron suficientes y adecuados a su habilidad. Así para analizar la atención se debe analizar si fue satisfactoria la riqueza de representación y la viveza de los hipermedia utilizados en amplitud, calidad y el número de factores sensoriales movilizados. Para verificar la interactividad se debe tener presente las variables propias del sistema como son la calidad de enlace y la calidad en general del sitio web.

Finalmente, respecto a los factores motivacionales que debe incluir un modelo de relación de satisfacción en canal digital lo que conlleva diferenciar entre extrínsecos e intrínsecos, Webster, Trevino y Ryan (1993) [6]. En este sentido, los primeros no son factibles considerarlos en el modelo propuesto puesto que se refieren a premios o recompensas que fomenten la navegación y por tanto desvirtúan la satisfacción objetiva del canal. Respecto a los intrínsecos, se deben analizar los atributos que motiven el interés, la atención (Zaichkowsky 1986) y la curiosidad, como son los contenidos interactivos, el conocimiento dosificado y la explicación en línea.

2.2. Experiencia de cliente en el canal digital. Cómo enfocar la agrupación de dimensiones

Como ya se ha descrito anteriormente uno de los objetivos de esta investigación es encontrar aquellas agrupaciones y atributos que mejor reflejen las causas de una adecuada satisfacción en el servicio en un medio digital. Si partimos de Internet como un canal de distribución más y nos aislamos de las peculiaridades del sistema, la experiencia debería atender a un modelo de calidad propio de cualquier compañía de servicios.

Analizar la calidad de un servicio, supone tomar como punto de partida, la escala SERVQUAL (Parasuraman, Zeithaml y Berry, 1985, 1988, 1991) [14] (y confirmada por la escala LODGSERV - Knutson *et al.* (1991)) adaptada para medir las expectativas predictivas. El modelo fue desarrollado como resultado de la investigación realizada en diferentes tipos de servicios. Para ello, define la calidad de servicio como un desajuste entre las expectativas previas al consumo del servicio y la percepción del servicio prestado y ésta puede ser medida a partir de la diferencia entre ambos conceptos. Cuanto mayor sea la diferencia entre la percepción del servicio y las expectativas, mayor será la calidad. Los aspectos que se tiene en cuenta en la valoración del cliente son: los elementos tangibles, fiabilidad, empatía, capacidad de respuesta, seguridad.

Diversos autores han realizado adaptaciones de la escala SERVQUAL para medir las expectativas: Johnson y Mathews, 1997; Webb, 2000; Kalamas, Laroche y Cézard, 2002 (citados en González Menorca *et al.* (2014) [22]); Higgs, Polonsky y Hollick, 2005) (citados en Möller y Raake (2014) [26]). En estos trabajos la adaptación de la escala de expectativas de calidad se realizó a través de una encuesta que consistía en “solicitar al encuestado que respondiera sobre lo que realmente esperaba de un proveedor concreto en una compra concreta” (González Menorca *et al.*, 2014).

Esta línea de interiorización de la escala abrió dos caminos en su forma enfocar la expectativa de calidad (Malleret (1998) (citado en González Menorca *et al.* [22]): la vertiente descriptiva, en las que se describe el servicio y la calidad del servicio y la vertiente analítica, basada en la estructuración de la información referida a la calidad del servicio.

En el caso de internet es necesario abordar las dos vertientes simultáneamente puesto que la peculiaridad del canal ofrece tres inputs claramente delimitados:

1. Sistema: imprescindible medir la calidad de canal utilizado en el servicio, en este caso canal electrónico. El sistema o plataforma representa una complejidad real e incuestionable y la dificultad técnica es una evidencia, así como que la madurez y evolución de la sociedad en la red no es lineal ni generalizable entre los clientes. Es cierto que la sociedad evoluciona a una relación virtual como demuestra el aumento de internautas en España de 14 millones (Informe IAB 2015 sobre datos 2013) [23] a 17 millones (Estudio OBS Business School 2014) [24] y de los que un 85% se co-

munican de forma habitual por redes sociales. Sin embargo, tan solo un 30% realiza compra electrónica lo cual es importante confirmar si es debido a la complejidad de las plataformas de las marcas y su falta de usabilidad.

2. Información: es necesario medir el grado de acompañamiento, ayuda y referencia que tiene el cliente durante el servicio ofrecido. Los procesos de comercio electrónico tienen diferentes grados de complejidad y la vinculación emocional cambia según los procesos. Esta dificultad de uso y riesgo percibido en la operación solo es factible minimizarla a través de una correcta información.

3. Servicio: debemos analizar si el catálogo de servicios es completo y de calidad. Una dificultad del análisis del factor servicio en el modelo relacional surge de la diferencia entre los soportes virtuales: tabletas, teléfonos inteligentes, libros electrónicos, portátiles, PC, etcétera, donde las restricciones de tamaño y capacidad de navegación no las hace comparables y ha obligado a un nuevo diseño de los servicios que sean compatibles con todas ellas. Es más, las últimas tendencias de arquitectura web proponen una nueva concepción de los servicios como indica Marcotte (2010) [25], autor del Responsive Web Design, RWD al decir “que los habitantes y la estructura pueden -y deben- influenciarse mutuamente [...] los siempre crecientes dispositivos web, podemos tratarlos como facetas de una misma experiencia”.

En la revisión de las investigaciones más relevantes sobre calidad percibida en la satisfacción en comercio electrónico y sus atributos más relevantes, cabe citar las investigaciones de Chang *et al.* (2014) [26], que clasifica la satisfacción como un conjunto de percepciones sobre la calidad del sistema, del servicio y de la información. Swaid (2012) [28], estudia la satisfacción como un conjunto calidad en la información, seguridad en la web, capacidad de respuesta, seguridad, eficiencia y personalización. Kassim *et al.* (2010) [29], Shaohan *et al.* (2003) [29], Zhilin 2002 *et al.* [29] y Madu *et al.* (2002) [29] no establecen ninguna agrupación especial pero hacen referencia a los principales atributos de usabilidad que comentaremos en el apartado 2.3. Atributos de usabilidad y por tanto, tenidos en cuenta en el modelo de forma indirecta. Es de reseñar la distribución de Long *et al.* (2004) [33], que incluye las dimensiones de entrega (distribución del e-commerce) y comunicación, contenido e intención a las clásicas de calidad percibida del modelo de Parasuraman *et al.* [5].

A pesar de ser ordenada y sistemática, la propuesta de Chang *et al.* (2014) [27] debería incluir otras variables importantes, defendidas por otros autores como es la seguridad (Samar I. Swaid) [28], riesgo percibido, Sarel y Marmosstein, 2003; Murkherjee y Nath, 2003; Wang *et al.* 2003; Gerrard y Cunningham, 2003; citados en Aldás Manzano *et al.* [10]), imprescindible para la confianza, y finalmente, la eficiencia o capacidad de disponer de los recursos (servicios, sistemas o información) necesarios para conseguir el servicio deseado (Samar I. Swaid) [28].

Para calidad de la información de la información, las variables que se van a medir son:

- Calidad: información relevante,
- Veracidad: información inequívoca
- Precisa: concreta y en su justa medida
- Cantidad: suficiente para realizar el proceso
- Actualizada: siempre adaptada a la realidad del negocio

Para calidad del sistema o canal web:

- Seguridad: tratamiento de la navegación en entornos seguros
- Personalización: adaptación a múltiples dispositivos e infraestructuras de plataformas
- Fiabilidad: servicios siempre disponibles y en líneas
- Facilidad de uso: ergonomía y facilidad de aprendizaje
- Diseño atractivo

Para valorar la calidad del servicio, tendremos en cuenta los siguientes aspectos:

- Seguridad: información sobre toda la política de seguridad de los datos y uso responsable, legal y adecuado de los mismos
- Interacción: El servicio es autosuficiente y no es necesario la intervención de otros agentes en el proceso
- Fiabilidad: el proceso se ha realizado tal y como había sido descrito
- Capacidad de respuesta: el proceso se ha realizado en un tiempo adecuado

2.3. Atributos de usabilidad

Detalle de atributos a tener en cuenta en el concepto de ergonomía y usabilidad.

El conjunto de atributos que deberíamos valorar en un portal web en términos de usabilidad serían:

- Ergonomía
 - Personalización
 - Formato y tamaños adecuados a cualquier navegador
- Diseño atractivo, ver Anexo II
 - Diseño visual
 - Animación y gráficas vs. Información
 - Uso inadecuado de PDF's
 - Tipografía correcta en un sitio web
 - Facilidad de impresión y captura de agendas y eventos
 - Navegación amena
- Credibilidad
 - Sin errores de navegación ni gaps detectados
- Transparencia
 - Información corporativa, informes anuales, plan estratégico. Misión y valores
 - Canal de reclamaciones
 - Información de exclusiones de coberturas visibles

- Accesibilidad, una completa funcionalidad e interacción de un proyecto en Internet.
 - Proceso completo de operación en entorno mediado
 - Amplia operativa de operaciones disponibles en tiempo real
 - Contenidos adicionales, Áreas diferentes y novedosas integradas
 - Foros, glosario, coberturas y condicionados en línea etc.
 - Contenidos visibles bien identificados y ubicados
 - Enlaces a otras direcciones de interés
- Carga rápida
- Eficiencia: minimización de número de “clicks” para encontrar un trámite o servicio
- Estructura Arquitectura web
 - Navegación intuitiva
 - Multiplicidad de vías para realizar la tarea, similitud con tareas anteriores y la optimización entre el usuario y el sistema
- Capacidad de aprendizaje: predictibilidad, capacidad de síntesis, familiaridad, generalización de los conocimientos previos y consistencia de diseño en todas las secciones
- Facilidad de uso, inversa relación esfuerzo/resultado
- Arquitectura de la información, conceptos relacionales:
 - Ayudas
 - Preguntas más frecuentes
 - Tags, buscadores
- Interacción con el cliente
 - La posibilidad de diálogo
 - Capacidad de observación n del usuario, de recuperación de información y de ajuste de la tarea al usuario
 - Conocimiento de usuario, petición de preferencias o personalización y encuestas de opinión
 - Foros
 - Canales de contacto
 - Videoagente
- Sencillez:
 - Estructura sencilla, no sobrecargada de contenidos
- Experiencia de flujo
 - Nivel de reto y desafío
 - Capacidad de atención: animación adecuada, riqueza de representación e hipermedia

- Interactividad como gamificación
- Explicación en línea
- Ausencia de ritualización
- Elementos sorpresa

3. CONCLUSIÓN

En conclusión, podemos estar abocados al fracaso en el uso de nuestro canal web si no tenemos un diseño orientado al cliente, al canal y a la idiosincrasia del producto y del servicio. Es necesaria una esmerada arquitectura que preserve y combine las particularidades de cada componente.

Es importante el desafío adecuado a las habilidades del cliente y la satisfacción en la navegación en cada canal, por lo que la personalización es necesaria. En el momento que la ritualización de las navegaciones comience a crear bajos niveles de atención, es el momento en que el empresario debe fomentar de nuevo la atención y el interés para convertir el servicio web en un momento memorable (Gómez Borja 2011b) [30].

4. AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a mis directoras de Tesis Dña. Alicia Izquierdo Yusta y Dña. Ana Isabel Jiménez Zarco por la revisión del artículo.

En Madrid 3 de noviembre 2015, M^a Dolores Méndez Aparicio, Doctoranda de por la Universidad de Burgos

REFERENCIAS

- [1] Maslow, A. (1991) Motivación y personalidad. Madrid. Diaz Santos
- [2] Impacto en las palancas de negocio. Blog Asociación DEC, Iago Aro, La fidelización no es un programa, 09/02/2015. <http://www.asociaciondec.org/>
- [3] López Bonilla, L. Estudio comparado de las estimaciones de dos versiones de Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM) mediante los programas AMOS y PLS PDF Logo [Journal:] Investigaciones europeas de dirección de la empresa (IEDEE) [ISSN:] 1135-2523 [Volume:] 12 [Year:] 2006 [Issue:] 3 [Pages:] 95-110. Customer experience: Una visión multidisciplinar del marketing de experiencias. Libro colaborativo. <http://www.thecustomerexperience.es/>. Ramiro Séré, Gestión de la experiencia del cliente. Nuevo enfoque basado en la economía emocional. <http://www.gestiopolis.com> Asociación para el Desarrollo de Experiencia de cliente, *White paper Dec #01, ¿Qué es la experiencia de cliente?*, artículo colaborativo coordinado por Sofía Medem de la Torriente. <http://www.asociaciondec.org/>
- [4] Asociación DEC, Whitepaper #3: El impulso organizativo la prueba del algodón de la Experiencia de Cliente, Jorge Martínez-Arroyo, Sofía Medem de la Torriente y Verónica Fernández. Sofía Medem, *¿Qué es la experiencia de cliente?* White paper DEC 01, Octubre 2014. <http://www.asociaciondec.org/>
- [5] Modelos de calidad percibida: general (Woodruff, Cadotte y Jenkins, 1983; Higgs, Polonsky y Hollick, 2005) escala SERVQUAL (Parasuraman, Zeithaml y Berry, 1985, 1988, 1991). Parasuraman, A. Servqual: A multiple item scale for measuring consumer perceptions of service quality

- [6] Citados en Hoffman y Novak (Csikszentmihalyi 1977; 1990), Hoffman y Novak (1996) Csikszentmihalyi & LeFevre 1989e), Webster, Trevino y Ryan 1993. [19a] Hoffman, D.L.; Novak, T.P. (2000). "Advertising and Pricing models for the Web" [On- line], en Hurley, D.; Kahin, B.; Varian, H. (eds.), *Internet Publishing and Beyond: The Economics of Digital Information and Intellectual Property*. Cambridge [Massachusetts]: MIT Press. [19b] Hoffman y Novak (1995), "Marketing en hipermedia CMEs: fundamentos conceptuales". [19c] Hoffman y Novak (1995), "The Influence of Goal-Directed and Experiential
- [7] Claves para la consistencia de los canales: EPIRON: Multicanalidad. <http://allusepiron.com/> Mundo Contact: ¿Hacia dónde nos llevará la movilidad en el futuro? <http://es.slideshare.net/> Meetlogistics: Multicanalidad vs Omnicanalidad. Por Jesús Casero. <http://meetlogistics.com> IZO: estrategia Multicanal. <http://izo.es>
- [8] Asociación para el desarrollo de la Experiencia de Cliente <http://www.asociaciondec.org>
- [9] Berry, L.L. (1983): "Relationship marketing" en Berry, L.L., G.L. Shostack y G.D. Upah *Emerging perspectives on service marketing* en American Marketing Association, Chicago IL, pp. 25-28. Berry, L.L. (1995): "Relationship marketing of Services – Growing interest, emerging Perspectives", en *Journal of the Academy of Marketing Science*, vol. 23, no. 4-pp. 236-245
- [10] Aldás Manzano, Joaquín; Lassala Navarré, Carlos; Ruiz Mafé, Carla; Sanz Blas, Silvia. Análisis de los factores determinantes de la lealtad hacia los servicios bancarios online, *Cuadernos de Economía y Dirección de la empresa*, 14 (2011) 26-39
- [11] Stone, R.N. y J.B. Manson, (1997): "Relationship management: strategic marketing's next source of competitive advantage", en *Journal of Marketing Theory and Practice*, primavera, pp. 8-19.
- [12] <http://www.promonegocios.net/mercadotecnia-servicios/definicion-servicios.html>
- [13] Santomá, Ricard; Costa Gerard "Calidad en el servicio de la industria hotelera, revisión de la literatura " <http://www.esade.edu/cedit2007/pdfs/papers/pdf9.pdf>
- [14] Zeithalmil, V.A., L. Leonard., Berry y Parasuraman, (1996): "The behavioural consequences of services quality" en *Journal of Marketing*, vol. 60, pp. 31-46.
- [15] Bellman, S., G.L. Loshe y E. J. Johnson, (1999): "Predictors of Online Buying Behaviour", en *Communication of the ACM*, vol. 4, no. 12, pp. 32-38.
- [16] Lacey, R; (2007): "Relationship drivers of customer commitment", en *Journal of Marketing and Practice* , vol. 15, no. 4, pp. 315-333.
- [17] Lassala, C.; Ruiz, C. y Sanz, S. (2010): "Implicaciones de la satisfacción, confianza y lealtad en el uso de los servicios bancarios online, una análisis aplicado al mercado español", en *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 19, no.1, pp. 27-46
- [18] NPS: Oficial blog of Watermark Consulting, The ROI of a Great Customer Experience, Jpicoult, February 2012. <http://www.watermarkconsultant> <http://www.marketingdeservicios.com> <http://www.t2o.es> <http://mba.americaeconomia.com> Forrester Customer Experience <https://marketingexperencial.wordpress.com/tag/forrester-customer-experience/>

- [19] Efecto wow: <http://coachdenegocios.com> <http://www.marketingdeservicios.com> <http://www.experienciadecliente.com> <http://www.circulomarketingla.com> <http://ecommerce-news.es>
- [20] Bruce D Temkin, “Mapping the customer journey” for Customer Experience Professionals, Febrero, <http://www.thecustomersshoes.com>
- [21] Usabilidad Wikipedia, 12/05/2014
- [22] González Menorca, Carlos; González Menorca, Leonor; Juaneda Aynsa, Emma; Pelegrín Borondo, Jorge. (2014). La Calidad en las organizaciones turísticas. Editorial Paraninfo
- [23] Informes IAB Spain 2015. <http://www.iabspain.net>
- [24] OBS Business School. España aumenta el número de usuarios activos en redes sociales en 2014 y llega a los 17 millones. <http://www.obs-edu.com>
- [25] Marcotte, Ethan (2010), Responsive Web Design <http://diseñowebresponsive.org>
- [26] Möller Sebastian; Raake, 2014, Quality of Experience. Advanced Concepts, Applications and Methods. Springer ; International Publishing Switzerland 2014
- [27] Kuo-Chien Chang, Nien-Te Kuo, Chia-Lin Hsu, and Yi-Sung Cheng. International Journal of Innovation, Management and Technology, Vol. 5, No. 4, August 2014
- [28] Samar I. Swaid, International Journal of Management Vol. 29 No. 3 Part 2 Sept 2012
- [29] Norizan, Kassim; Nor Asiah, Abdullah. Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics Vol. 22 No. 3, 2010, pp. 351-371 Cai, Shaohan; Jun, Minjoon. Internet users’ perceptions of online service quality: a comparison ... Managing Service Quality; 2003; 13, 6; ABI/INFORM Complete pg. 504. Yang, Zhilin; Jun, Minjoon (2002), Journal of Business Strategies; Spring 2002; 19, 1; ABI/INFORM Complete pag. 19. Madu, Christian N; Madu, Assumpta A. The International Journal of Quality & Reliability Management; 2002; 19, 2/3; ABI/INFORM Complete pag. 246. Long, Mary; McMellon, Charles, The Journal of Services Marketing; 2004; 18, 1; ABI/INFORM Complete pag. 78
- [30] [a] Gómez Borja, Miguel Angel. “El proceso de decisión en el consumidor” UOC, PID_00142435. [b] Gómez Borja, Miguel Angel. “La decisión de compra y procesos post compra”. UOC, PID_00142436

ESTUDIO DEL EFECTO PROTECTOR FRENTE AL ESTRÉS OXIDATIVO EN RATAS DIABÉTICAS SUPLEMENTADAS CON UN SAZONADOR OBTENIDO A PARTIR RESIDUOS VITIVINÍCOLAS

RAQUEL DEL PINO-GARCÍA, M^a DOLORES RIVERO-PÉREZ, JAVIER GARCÍA-LOMILLO,
M^a LUISA GONZÁLEZ-SANJOSÉ Y PILAR MUÑIZ-RODRÍGUEZ

*Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos,
Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos*

RESUMEN

Numerosos estudios demuestran el papel principal que ejerce el estrés oxidativo en la patogénesis la diabetes mellitus tipo 1 (DMT1), así como durante su desarrollo. El estado de hiperglicemia induce un ambiente pro-oxidante en el organismo que lleva a la iniciación y avance de la disfunción endotelial y complicaciones vasculares características de la DMT1. Como resultado del exceso de especies reactivas del oxígeno y nitrógeno (ERONs) puede producirse un daño oxidativo considerable en lípidos y proteínas de la vasculatura. Los hollejos son subproductos de las bodegas con reconocidas propiedades antioxidantes, por lo que los productos derivados de los hollejos podrían mejorar el estado antioxidante en el microambiente vascular. El objetivo de este estudio fue evaluar la protección ejercida por un sazónador funcional, obtenido a partir de hollejos, contra el daño oxidativo vascular y varios de los síntomas clásicos asociados a la DMT1.

Ratas Wistar macho diabéticas (DB), en las que la DMT1 fue inducida con estreptozotocina, y ratas Wistar control (C) fueron suplementadas con el sazónador (+S) o con vehículo (agua) durante 4 semanas. La ingesta de comida y agua fue medida diariamente, y los niveles postprandiales de glucosa en sangre y el peso corporal fueron evaluados semanalmente. Al final del estudio se recogieron muestras de sangre para evaluar mediante el ensayo ABTS la capacidad antioxidante total en plasma, y cuantificar mediante cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas los niveles plasmáticos de F₂-isoprostanos, ampliamente reconocidos como el mejor biomarcador de peroxidación lipídica *in vivo*.

Los resultados mostraron que los consumos de comida y bebida eran más elevados en las ratas diabéticas que en los controles al inicio del estudio. La suplementación con el sazónador tendió a normalizar ambos consumos, aunque no se alcanzaron los valores de los grupos control. Los niveles de glucosa en sangre fueron incrementando a lo largo del estudio en las ratas DB. La suplementación no consiguió reducir significativamente la concentración de glucosa en las ratas DB+S, pero los niveles se mantuvieron relativamente estables a lo largo de todo el experimento en este grupo. Se observó una pérdida de peso en las ratas DB al finalizar las 4 semanas de estudio, mientras que en las ratas DB+S la reducción de peso fue menos marcada. La capacidad antioxidante total en plasma disminuyó significativamente sólo en las ratas

DB, mientras que en el resto de grupos se obtuvieron valores similares. Además, los niveles de F_2 -isoprostanos en el plasma de las ratas DB fueron más elevados que en las ratas DB+S.

En conclusión, 4 semanas de suplementación con un sazónador derivado de los residuos de vinificación tendió a normalizar los consumos de comida y bebida, evitó un mayor incremento en los niveles de glucosa, disminuyó la pérdida de peso, mejoró el estado redox, y protegió frente a la peroxidación lipídica en el microambiente vascular de ratas diabéticas con DMT1.

Palabras clave: Diabetes tipo 1, estrés oxidativo, hiperglicemia, isoprostanos, polifenoles.

ABSTRACT

Oxidative stress is well-known to play an important role in the pathogenesis of diabetes mellitus type 1 (DMT1) and also in its development. Hyperglycemia induces a pro-oxidative environment leading to the initiation and propagation of endothelial dysfunction and vascular complications characteristic of DMT1. As a consequence of the excessive levels of reactive oxygen and nitrogen species (RONS) generated, considerable structural damage to lipids and proteins in the vasculature may take place. Wine pomace is a winery by-product with recognized antioxidant properties, so wine pomace derived products might improve the antioxidant status in the microenvironment of blood vessels. Therefore, the aim of the current study was to evaluate the protection of a patented functional seasoning, obtained from wine pomace, against vascular oxidative damage and several classical symptoms associated to DMT1.

Streptozotocin-induced type 1 diabetic (DB) Wistar rats and control (C) rats were supplemented with the seasoning (+S) or vehicle (water) for 4 weeks. Daily food and water intakes were registered, and blood glucose levels and body weight were measured weekly. Total antioxidant capacity assessed using the ABTS method and F_2 -isoprostanos quantified by gas chromatography-mass spectrometry were measured in plasma collected at the end of the study. F_2 -Isoprostanos are widely recognized as the best biomarker of lipid peroxidation *in vivo*.

The results showed that food and water intakes were higher in diabetic than in control rats at the beginning of the study. Supplementation with the seasoning tended to normalize both intakes, although levels observed in the control groups were not reached. Blood glucose levels tended to increase along the study in the DB group. Seasoning supplementation did not succeed to reduce blood glucose concentration significantly in the DB+S rats, but it was relatively stable during the whole experiment in this group. In the DB rats, considerable body weight loss was observed after 4 weeks, whereas the decrease in body weight was less marked in the DB+S rats. Plasma total antioxidant capacity decreased significantly only in the DB group, with the rest of groups showing similar values. Moreover, plasma levels of F_2 -isoprostanos were increased in the DB rats compared to the DB+S rats.

In conclusion, 4-week supplementation with a seasoning derived from vinification residues tended to normalize food and water intakes, avoided a higher increase in blood glucose levels, ameliorated the weight loss, improved the redox status, and protected against lipid peroxidation in the vascular microenvironment of diabetic rats affected by DMT1.

Keywords: Diabetes type 1, oxidative stress, hyperglycemia, isoprostanes, polyphenols.

1. INTRODUCCIÓN

La diabetes mellitus es un trastorno metabólico crónico que se caracteriza principalmente por una elevada concentración de glucosa en la sangre. De acuerdo con los datos estadísticos presentados en la sexta edición del “Atlas de la Diabetes”, la Federación Internacional de Diabetes (IDF) estimó que la prevalencia de diabetes en 2013 era en torno al 8,3% de la población mundial. Dicha cifra correspondía a unos 382 millones de pacientes diabéticos, esperándose que el número continuara creciendo notablemente en los años siguientes, hasta alcanzar en 2035 alrededor de los 592 millones de casos [1]. La diabetes es también uno de los principales factores de riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares, aumentando dicho riesgo proporcionalmente con el nivel de hiperglicemia de los pacientes. De hecho, la probabilidad de fallecimiento debido a complicaciones cardiovasculares es aproximadamente tres veces superior en individuos diabéticos que en el resto de la población, siendo las enfermedades cardiovasculares responsables de más del 80% de los casos de muerte en pacientes con diabetes [2,3]. Estas alarmantes cifras reflejan la enorme amenaza que esta enfermedad supone para la sociedad actual y para su futuro desarrollo, evidenciando la necesidad de desarrollar y llevar a cabo estrategias que permitan mejorar los síntomas de la diabetes mellitus y reducir la tasa de su creciente prevalencia en los próximos años.

Los tipos más comunes de diabetes mellitus son la de tipo 1 (DMT1) y la de tipo 2 (DMT2). En los individuos con DMT1, el páncreas no produce la suficiente cantidad de insulina, o incluso nada, principalmente debido a la destrucción autoinmune de las células β de los islotes de Langerhans. En los pacientes con DMT2, las células β sí que sintetizan insulina, pero el resto de células de su organismo no pueden utilizar dicha hormona eficazmente, lo que se conoce como resistencia a la insulina [4]. Se estima que aproximadamente el 85-95% de los casos de diabetes son DMT2, la cual afecta principalmente a personas maduras, mientras que la DMT1 es menos común, suponiendo actualmente entre el 5-10% de los pacientes diabéticos, que son en su mayoría niños y adolescentes aunque puede darse a cualquier edad [5]. Sin embargo, cabe destacar el considerable aumento en el número de casos de DMT1 en los últimos años [1].

En los individuos con DMT1, las células del organismo no pueden captar y utilizar adecuadamente la glucosa del torrente sanguíneo porque los niveles de insulina son demasiado bajos. Esto da lugar al característico estado de hiperzglycemia. Además, entre los primeros síntomas de los pacientes con DMT1 se encuentran: hambre constante, que lleva a un aumento de la ingesta de alimentos (polifagia); continua sensación de sed y boca seca, que resulta en un incremento del consumo de agua (polidipsia); una mayor excreción de líquidos a través de la orina (poliuria); y una notable pérdida de peso corporal [5].

Por otra parte, numerosos estudios han demostrado la asociación entre la DMT1 y el estrés oxidativo. La elevada concentración de glucosa en sangre desencadena el incremento de los radicales libres generados en la vasculatura de los pacientes diabéticos, entre ellos las especies reactivas de oxígeno y nitrógeno (ERONs). Dicho exceso de ERONs ejerce un papel principal en la patogénesis y desarrollo de las com-

plicaciones micro- y macrovasculares relacionadas con la DMT1, ya que el ambiente pro-oxidante disminuye la biodisponibilidad de óxido nítrico (molécula vasodilatadora que ejerce un importante papel en la función endotelial) y es responsable de causar daño oxidativo a lípidos y proteínas del sistema vascular [2,6]. Es por ello que, recientemente, se ha propuesto el tratamiento con antioxidantes de distinta naturaleza (compuestos químicos o naturales, enzimas antioxidantes, etc.) como una estrategia para reducir el estrés oxidativo y así ayudar en el manejo de la diabetes y sus complicaciones vasculares [7].

Las uvas, el vino y los residuos producidos en las bodegas durante el proceso de vinificación (conocidos como hollejos) constituyen una fuente importante de compuestos bioactivos con reconocida capacidad antioxidante que podrían ayudar a mejorar el estado redox en la vasculatura [8]. Nuestro grupo de investigación ha patentado recientemente unos nuevos sazoadores de origen vegetal obtenidos directamente a partir de los residuos de vinificación, sin realizar extracciones, mediante un procedimiento de bajo coste energético y económico [9]. Además, esta innovadora propuesta para el aprovechamiento de los residuos de las bodegas es respetuosa con el medioambiente y supone una solución alternativa interesante para el importante problema que el almacenaje y la eliminación de dichos residuos causa en el sector vitivinícola. Los sazoadores obtenidos a partir de diferentes constituyentes de los hollejos pueden ser utilizados como ingredientes alimentarios sustitutivos de la sal, y presentan también un gran potencial como suplementos alimenticios, dado su alto contenido en compuestos antioxidantes (principalmente polifenoles), fibra alimentaria y minerales [10]. La elevada capacidad antioxidante *in vitro* de dichos sazoadores ha sido previamente estudiada [11], y también se han llevado a cabo ensayos *ex vivo* en células endoteliales humanas bajo condiciones de hiperglicemia que apoyan el posible efecto protector en la vasculatura de los compuestos bioactivos derivados de los sazoadores tras su ingesta (resultados pendientes de publicación).

En base a estos antecedentes, el objetivo del presente trabajo fue evaluar *in vivo* los efectos sobre algunos de los síntomas clásicos de la diabetes (polifagia, poli-dipsia, hiperglicemia y pérdida de peso), así como sobre el estrés oxidativo en el sistema vascular, al suplementar la dieta de ratas diabéticas con un sazoador obtenido a partir de hollejos procedentes de vinificación tinta y libres de pepitas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Sazoador derivado de hollejo de uva tinta

El sazoador de origen vegetal utilizado en este estudio como suplemento alimenticio se obtuvo en la planta piloto del Dpto. de Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Burgos, siguiendo un procedimiento patentado [9]. Los hollejos empleados como materia prima procedían de la vinificación uva tinta (*Vitis vinifera* var. Tempranillo) y fueron recogidos en diferentes bodegas burgalesas de la D.O. Ribera del Duero. La composición del sazoador fue estudiada en un trabajo anterior [10].

2.2. Animales y grupos de experimentación

Todos los procedimientos con animales se llevaron a cabo de acuerdo a los principios sobre el cuidado y uso de animales de laboratorio estipulados en la guía del “National Institutes of Health” (NIH). El experimento contó con la aprobación

del Comité de Ética de la Universidad de Burgos y el Comité de Ética del Hospital Universitario de Burgos.

Dentro de los modelos animales con roedores para estudiar DMT1 se pueden encontrar los que emplean agentes químicos para inducir el estado diabético, siendo uno de los más utilizados en investigación la estreptozotocina, compuesto que actúa específicamente destruyendo las células β pancreáticas al ser administrado en dosis diabetogénicas [12].

De acuerdo al diseño experimental, se utilizaron ratas Wistar macho adultas jóvenes que fueron divididas en 4 grupos: control (C), control suplementadas (C+S), diabéticas (DB), diabéticas suplementadas (DB+S). Las ratas se mantuvieron en el animalario del Hospital Universitario de Burgos, bajo condiciones estándar de fotoperiodo (ciclo de 12 h luz/12 h oscuridad), temperatura ambiental de 23°C, y con acceso *ad libitum* a bebida y comida, consistente en dieta estándar A04 (Safe-Iberica Panlab, Barcelona, España). Tras una semana de aclimatación, la inducción de DMT1 experimental se llevó a cabo mediante la inyección por vía intraperitoneal de estreptozotocina, recibiendo las ratas controles una inyección de tampón citrato por la misma vía. El estado diabético se confirmó tres días después de su inducción en todas las ratas de los grupos DB, presentando niveles de glucosa en sangre por encima de 350 mg/dL (niveles de glucemia que podrían encontrarse en pacientes diabéticos sin tratamiento). La suplementación se inició una semana después de inducir la DMT1 y se prolongó durante 4 semanas, administrando una dosis diaria del sazoador por canulación gástrica. Con los animales no suplementados se siguió el mismo procedimiento, pero dándoles 2 mL de agua, que fue el vehículo utilizado para administrar el sazoador.

2.3. Determinaciones durante el estudio

Se recogieron datos del consumo de comida y agua por los animales de los distintos grupos experimentales cada día, desde el inicio del estudio hasta el final de las 4 semanas de suplementación. Además, se evaluó semanalmente los niveles de glucosa postprandial y el peso corporal de cada rata, realizando estas medidas previamente a la suplementación con el sazoador. En la determinación de los niveles de glucosa se empleó un glucómetro StatStrip™ Xpress (Nova Biomedical, Waltham, MA, USA).

2.4. Análisis bioquímicos al final del estudio

Al finalizar el estudio, los animales fueron anestesiados mediante la inyección intraperitoneal de una mezcla de ketamina hidrocloreto (20 mg/kg de peso), diazepam (2 mg/kg de peso) y atropina (0,05 mg/kg de peso), y posteriormente se recogieron muestras de sangre por punción cardíaca. La sangre para el ensayo de ABTS se recogió en tubos Vacutainer® (BD, Madrid, España) con heparina de sodio/litio, mientras que la sangre para analizar los F_2 -isoprostanos se recogió en tubos conteniendo una mezcla de glutatión/hidroxitolueno butilado/ácido etilendiaminotetraacético y mantenidos en frío, siguiendo el protocolo previamente descrito [13] para evitar la oxidación de los lípidos plasmáticos hasta su análisis. Todas las muestras de sangre se centrifugaron a 1500 g durante 10 min para obtener el plasma, que fue recogido, alícuotado, y almacenado a -80°C.

2.4.1. Capacidad antioxidante total

La capacidad antioxidante total en plasma fue evaluada usando el método espectrofotométrico del ensayo ABTS, que determina la capacidad de los compuestos presentes en las muestras para estabilizar el catión radical ABTS^+ , lo que provoca la decoloración del radical [14]. La mezcla reactiva se preparó mezclando ABTS 7mM con persulfato potásico 2,45 mM (1:1), manteniéndolo 16 h en oscuridad antes de su utilización. El ABTS^+ formado se diluyó con tampón fosfato salino (pH 7,4) hasta conseguir una absorbancia inicial a 734nm de $0,700 \pm 0,020$. El ensayo se llevó a cabo en una multiplaca de 96 pocillos, mezclando 195 μL del reactivo ABTS^+ con 5 μL de las muestras de plasma (diluidas 1/10 en tampón fosfato) y se leyó la caída de absorbancia a 734 nm durante los siguientes 10 min, tomando medidas cada min, en un espectrofotómetro de placas PowerWave XS2 (BioTek Instruments Inc., Vermont, USA). Se determinó el valor de la pendiente obtenida para cada muestra y para las muestras de la recta de calibrado, para la que se utilizaron diferentes concentraciones de Trolox como estándar. Los resultados se expresaron en mM de equivalentes Trolox (mM eq Trolox).

2.4.2. F_2 -isoprostanos

Los niveles de F_2 -isoprostanos en plasma se determinaron siguiendo un protocolo descrito previamente [13], con pequeñas modificaciones, por el que se emplearon cartuchos de extracción en fase sólida para aislar los F_2 -isoprostanos de las muestras. A continuación, se llevó a cabo su derivatización y los trimetilsilil-éteres de F_2 -isoprostanos obtenidos fueron desecados bajo nitrógeno y reconstituidos con 30 μL de iso octano. Finalmente, las muestras se analizaron por cromatografía de gases-espectrometría de masas, monitorizando la relación masa/carga (m/z) 569 para determinar los F_2 -isoprostanos y la m/z 573 para determinar el estándar interno (8-iso-PGF_{2 α} -d₄; Cat. No. 316351, Cayman Chemical Company, Ann Arbor, MI, USA). Los picos del cromatograma se identificaron por comparación con los tiempos de retención de los respectivos estándares, utilizando como estándar nativo de los F_2 -isoprostanos el compuesto 8-iso-postaglandin $F_{2\alpha}$ (Cat. No. 316351, Cayman). La cuantificación se realizó a partir de rectas de calibrado para este compuesto y los resultados finales para la concentración de F_2 -isoprostanos en plasma se expresaron en nanomolar (nM).

2.5. Análisis estadístico

Se utilizó el programa Statgraphics® Centurion XVI versión 16.2.04 (Statpoint Technologies, Inc., Warranton, VA, USA) para realizar el análisis comparativo de varianzas (ANOVA), empleando el test exacto de Fisher como prueba estadística para determinar la existencia de diferencias significativas entre las muestras a un nivel de significancia de $p < 0,05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las numerosas investigaciones realizadas en humanos y modelos animales con diabetes mellitus tipo 1 (DMT1) han demostrado la implicación del estrés oxidativo en dicha enfermedad, lo cual parece estar asociado principalmente a la elevada concentración de glucosa en sangre presente en los individuos diabéticos [15]. Es por ello que en este trabajo se estudió una posible estrategia para paliar los síntomas y el estrés oxidativo en ratas diabéticas (DB) consistente en la suplementación de su dieta

con un sazoador obtenido a partir de hollejos, cuya capacidad antioxidante [11] y propiedades nutricionales [10] han sido previamente comprobados.

Dado que la DMT1 es una enfermedad con graves alteraciones fisiológicas, tanto a nivel metabólico como vascular, los posibles efectos beneficiosos de la suplementación se evaluaron teniendo en cuenta ambos niveles.

3.1. Efecto de la suplementación con el sazoador sobre los síntomas característicos de la diabetes mellitus tipo 1 (DMT1)

Los trastornos a nivel metabólico que tienen lugar como consecuencia de la DMT1 se reflejan en alguno de los síntomas clínicos típicamente observados en los individuos diabéticos no tratados, como son la polifagia, polidipsia, hiperglicemia y pérdida de peso [5].

3.1.1. Mejoras en el patrón de consumo de comida y bebida

Al inicio del estudio, las ratas de los grupos DB ingerían más alimento y bebían más agua que las ratas de los grupos control. Dichas anomalías fisiológicas están directamente asociadas con la deficiencia de insulina y la hiperglicemia. Las células del organismo necesitan energía pero en individuos con DMT1 no la pueden adquirir a partir de la glucosa por la falta de insulina, que impide su captación y metabolización. Por ello, en un intento por compensar las necesidades energéticas, el apetito se ve incrementando, aumentando paralelamente la cantidad de alimento ingerido. Por otra parte, cuando los niveles de glucosa en sangre son muy elevados, trazas de la misma aparecen también en la orina. Esta expulsión de glucosa con la orina hace que el cuerpo pierda mucha agua, de manera que, junto con el incremento de la micción, la deshidratación provoca el estímulo del centro de la sed como mecanismo para tratar de reponer los líquidos eliminados [16].

El patrón anómalo en el consumo de comida y bebida observado tras la inducción de la DMT1 fue incluso empeorando a lo largo de las 4 semanas de estudio en las ratas DB no tratadas, mientras que, en las ratas DB+S, ambos consumos fueron significativamente inferiores desde la primera semana de suplementación con el sazoador. Tanto el efecto saciante de la fibra alimentaria que contiene el sazoador, como los efectos beneficiosos que los compuestos fenólicos u otros compuestos bioactivos derivados del mismo pueden ejercer sobre el estado diabético, podrían ser mecanismos implicados en las mejoras observadas [17]. A pesar de esta notable mejoría en el grupo DB+S, los valores no llegaron a reducirse hasta los de los grupos CN. Sin embargo, se comprobó que la administración del sazoador no afectaba a la ingesta de alimento ni agua en condiciones normales, lo que evidencia que los efectos favorables de la suplementación podrían ser específicos y producirse sólo en caso de hiperglicemia.

3.1.2. Evolución de la glicemia y del peso corporal

Los resultados mostraron que los niveles de glucosa en sangre en las ratas DB fueron incrementando a lo largo del estudio. En cambio, a pesar de que en el grupo DB+S no se observó un efecto hipoglicémico, la concentración de glucosa se mantuvo estable durante las 4 semanas de suplementación con el sazoador y las diferencias respecto al grupo D llegaron a ser significativas en la última semana. Varios estudios han demostrado que los (poli)fenoles derivados de uvas y vino pueden afectar el metabolismo de la glucosa, tanto protegiendo a las células β pancreáticas y favoreciendo

la liberación de insulina, como mejorando la captación y metabolización de la glucosa por el resto de células del organismo, dadas las propiedades insulinomiméticas observadas en algunos compuestos fenólicos [8,17,18].

Respecto a la evolución del peso corporal de las ratas durante el estudio, una semana antes del inicio, es decir, previamente a la inducción de la DMT1, el peso de las ratas de los grupos DB no se diferenciaba del de las ratas de los grupos C. Sin embargo, desde el inicio del experimento, el peso corporal era significativamente inferior en las ratas de los grupos diabéticos que en las de los grupos control. El adelgazamiento observado en los casos de DMT1 se produce en primer lugar por el fallo de aporte energético ante la falta de metabolización de la glucosa en las células. Además, la falta del efecto anabólico que tiene la insulina en los tejidos del organismo resulta en la disminución de la lipogénesis y el aumento de la lipólisis en el tejido adiposo, así como la disminución de la síntesis de proteína y el incremento de la proteólisis [16]. Por ello, al ir utilizando las reservas de grasa y del tejido muscular, el organismo empieza a perder peso de forma drástica si no se aplica ningún tratamiento.

El peso fue aumentando progresivamente a lo largo de las 4 semanas de estudio en las ratas C y C+S, mientras que en los grupos diabéticos no se produjo dicho incremento, a pesar de que en el grupo D+S se detectó una ligera tendencia a la ganancia de peso, especialmente al final del estudio. No se observaron diferencias significativas entre las ratas no tratadas y las respectivas ratas controles o diabéticas que consumieron el sazoador, pero cabe destacar que, al final del estudio, la diferencia entre el peso del grupo C y D fue mayor que entre los grupos C+S y D+S. Por lo tanto, el consumo del sazoador consiguió que el adelgazamiento detectado en las ratas diabéticas con respecto a sus respectivos controles fuera menos notable. Mientras que en las ratas diabéticas la suplementación tendió a normalizar la ganancia de peso, lo cual podría asociarse a la mejora del estado diabético, en las ratas control ocurrió lo contrario, siendo el peso ligeramente inferior en las ratas que tomaron el sazoador. Este efecto puede deberse a su alto contenido en fibra alimentaria, ya que se ha sugerido que su consumo está asociado a una reducción del peso, aunque no está claro si la fibra con mayor efecto es la soluble o la insoluble, o la fermentable o no fermentable [17].

Por lo tanto, los resultados obtenidos sugieren que la suplementación con el sazoador podría inducir importantes mejoras a nivel metabólico, favoreciendo la reversión de los síntomas clínicos observados en casos de DMT1 hacia las condiciones propias de los individuos normoglicémicos.

3.2. Efecto de la suplementación con el sazoador sobre marcadores de estrés oxidativo

En las muestras de plasma recogidas al final del estudio se analizaron dos indicadores de estrés oxidativo. Se evaluó en primer lugar la capacidad antioxidante total como indicador general del estado redox vascular, y de manera más específica se determinaron los niveles de F_2 -isoprostanos, considerados como el biomarcador de referencia de la peroxidación lipídica *in vivo*.

3.2.1. Incremento de la capacidad antioxidante total en plasma

La capacidad antioxidante total del plasma se analizó mediante el ensayo ABTS. Se observó una disminución significativa en la capacidad estabilizadora del radical $ABTS^+$ en el grupo DB respecto a las ratas control, lo cual es reflejo del estrés

oxidativo en el sistema cardiovascular característico de la DMT1 [19]. Sin embargo, el resto de grupos presentaron valores similares, por lo que el consumo del sazónador consiguió restablecer el estado redox en el microambiente vascular de las ratas diabéticas hasta niveles próximos a los de las condiciones normoglicémicas, mientras que en dichas condiciones no se observó efecto de la suplementación. Estos resultados concuerdan con los obtenidos previamente al suplementar la dieta de ratas diabéticas con compuestos fenólicos, como quercetina [20], siendo probable que los efectos observados se deban a la capacidad antioxidante directa de los metabolitos fenólicos derivados tras la ingesta del sazónador, así como a sus efectos indirectos sobre la expresión génica y actividad enzimática de los mecanismos de defensa antioxidante [18].

3.2.2. *Protección frente a la peroxidación lipídica en plasma*

Los F_2 -isoprostanos se producen *in vivo* a partir del ácido araquidónico, principalmente por un proceso de peroxidación lipídica no enzimático, catalizado por radicales libres (ERONS), en las membranas celulares y las lipoproteínas LDL. Su producción se considera un índice de peroxidación lipídica sensible, específico y fiable. Además son relativamente estables y su producción se ve modulada por la presencia de compuestos antioxidantes. Estudios previos han demostrado la asociación existente entre los niveles elevados de F_2 -isoprostanos y la hiperglicemia y estrés oxidativo característicos de los pacientes diabéticos [21]. Los resultados de este estudio confirmaron que los niveles de F_2 -isoprostanos se encontraban incrementados el plasma de las del grupo DB, obteniendo unos valores significativamente superiores con respecto al grupo DB+S. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por otros autores tras suplementar la dieta de ratas diabéticas con extractos derivados de semilla de uva [22] y con compuestos fenólicos presentes en el sazónador, como el resveratrol [23].

En vista de lo expuesto anteriormente, los resultados evidencian que la suplementación con el sazónador podría mejorar el estado redox del microambiente vascular en casos de DMT1, destacando un claro efecto protector del sazónador frente al daño oxidativo a lípidos en el sistema vascular.

4. CONCLUSIONES

Este estudio en ratas diabéticas tipo 1 demuestra que 4 semanas de suplementación con un sazónador rico en (poli)fenoles y fibra alimentaria, obtenido a partir de residuos de vinificación, consiguió normalizar parcialmente la ingesta de comida y bebida, estabilizar (pero no reducir) los niveles de glucosa en sangre, disminuir la pérdida de peso corporal, y mejorar los indicadores plasmáticos de capacidad antioxidante y peroxidación lipídica evaluados.

Los resultados obtenidos avalan el efecto protector frente al daño oxidativo vascular característico de la diabetes mellitus tipo 1 y la posible mejora de los síntomas de esta enfermedad que podría conseguirse al suplementar la dieta con el sazónador ensayado. Por lo tanto, este estudio en modelos animales establece las bases para la realización de futuros estudios clínicos que permitan comprobar los efectos beneficiosos del consumo del sazónador en humanos, especialmente en pacientes diabéticos o con otro tipo de enfermedades cardiovasculares relacionadas con el estrés oxidativo.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación recibida para la realización de este estudio (parte del proyecto BU282U13) por la Junta de Castilla y León. R. Del Pino-García y J. García-Lomillo también agradecen las ayudas recibidas para llevar a cabo el doctorado (becas FPU) por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de España.

REFERENCIAS

- [1] International Diabetes Federation. Diabetes Atlas, 6th edition (2013). Versión online disponible en: www.idf.org/diabetesatlas
- [2] Bandeira, S.M.; da Fonseca, L.J.S.; Guedes, G.S.; Rabelo, L.A.; Goulart, M.O.F.; Vasconcelos, S.M.L. (2013). Oxidative Stress as an Underlying Contributor in the Development of Chronic Complications in Diabetes Mellitus. *International Journal of Molecular Sciences* 14, pp. 3265-3284.
- [3] Rahimi, R.; Nikfar, S.; Larijani, B.; Abdollahi, M. (2005). A review on the role of antioxidants in the management of diabetes and its complications. *Biomed & Pharmacotherapy* 59, pp.365-373.
- [4] American Diabetes Association (2014). Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care* 37(Supp. 1), pp. S81-S90.
- [5] Thrower, S.; Bingley, P. (2010). What is type 1 diabetes? *Medicine* 38 (11), pp. 592-596.
- [6] Jakus, V. (2000). The role of free radicals, oxidative stress and antioxidant systems in diabetic vascular diseases. *Bratislavske Lekarske Listy* 101 (10), pp. 541-551.
- [7] De Haan, J.B.; Cooper, M.E. (2011). Targeted antioxidant therapies in hyperglycemia-mediated endothelial dysfunction. *Frontiers in Bioscience* 3, pp. 709-729.
- [8] Pérez-Jiménez, J.; Saura-Calixto, F. (2008). Grape products and cardiovascular disease risk factors. *Nutrition Research Reviews* 21 (2), pp.158-173.
- [9] González-Sanjosé, M. L.; García-Lomillo, J.; Del Pino-García, R.; Muñoz-Rodríguez, P.; Rivero-Pérez, M. D. (2013). Sazonador de origen vegetal con propiedades conservantes, sustitutivo de la sal, y procedimiento de obtención del mismo. Titular: Universidad de Burgos. Patente ES 2524870B2.
- [10] García-Lomillo, J.; González-Sanjosé, M. L.; Del Pino-García, R.; Rivero-Pérez, M. D.; Muñoz, P. (2014). Antioxidant and Antimicrobial Properties of Wine By-products and their Potential Uses in the Food Industry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62 (52), pp. 12595-12602.
- [11] Del Pino-García, R.; García-Lomillo, J.; Rivero-Pérez, M. D.; González-Sanjosé, M. L.; Muñoz, P. (2015). Adaptation and Validation of QUick, Easy, New, CHEap, and Reproducible (QUENCHER) Antioxidant Capacity Assays in Model Products Obtained from Residual Wine Pomace. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 63 (31), pp. 692-6931.
- [12] Mora H., A.C.; Aragón N., D.M.; Ospina G., L.F. (2009). Caracterización del estrés oxidativo en ratas Wistar diabéticas por estreptozotocina. *Vitae*. 16 (3), pp. 311-319.

- [13] Mori, T.; Croft, K.; Puddey, I.; Beilin, L. (1999). An improved method for the measurement of urinary and plasma F2-isoprostanes using gas chromatography-mass spectrometry. *Analytical Biochemistry* 268 (1), pp.117-125.
- [14] Miller, N.J.; Rice-Evans, C.A. (1997). Factors influencing the antioxidant activity determined by the ABTS⁺ radical cation assay. *Free Radical Research* 26 (3), pp. 195-199.
- [15] Feteihi-Hassanabad, Z.; Chan, C.B.; Furman, B.L. (2010). Reactive oxygen species and endothelial function in diabetes. *European Journal of Pharmacology* 636, pp. 8-17.
- [16] Tébar Masso, F.J.; Ferrer Gómez, M. (2009). Concepto, clasificación y diagnóstico de la diabetes mellitus. En *La Diabetes Mellitus en la Práctica Clínica*. Eds: Tébar Masso, F.J. y Escobar Jiménez, F. Médica Panamericana, Madrid. ISBN: 978-84-7903-450-4.
- [17] Thomas, T.; Pfeiffer, A. (2012). Foods for the prevention of diabetes: how do they work? *Diabetes & Metabolism Journal* 28, 25-49.
- [18] Babu, P.V.A.; Liu, D.; Gilbert, E.R. (2013). Recent advances in understanding the anti-diabetic actions of dietary flavonoids. *Journal of Nutritional Biochemistry* 24 (11), pp.1777-1789.
- [19] Vessby, J.; Basu, S.; Mohsen, R.; Berne, C.; Vessby, B. (2002). Oxidative stress and antioxidant status in type 1 diabetes mellitus. *Journal of International Medicine* 251, pp. 69-76.
- [20] Bakhshaeshi, M.; Khaki, A.; Fathiazad, F.; Imani, S.A.M.; Khaki, A.A.; Ghadamkheir, E. (2012). Modulating effects of quercetin on aldehyde oxidase (OX-LDL) and hepatocytes injury in Streptozotocin-induced diabetic rat. *Journal of Cell and Animal Biology* 6 (3), pp. 41-45.
- [21] Mezzetti, A.; Cipollone, F.; Cucurullo, F. (2000). Oxidative stress and cardiovascular complications in diabetes: isoprostanes as new markers on an old paradigm. *Cardiovascular Research* 47 (3), pp. 475-488.
- [22] Chis, I.C.; Ungureanu, M.I.; Marton, A.; Simedrea, R.; Muresan, A.; Postescu, I.; Simedrea, R.; Muresan, A.; Postescu, I.D.; Decea, N. (2009). Antioxidant effects of a grape seed extract in a rat model of diabetes mellitus. *Diabetes & Vascular Disease Research* 6 (3), pp. 200-204.
- [23] Silan, C. (2008). The Effects of Chronic Resveratrol Treatment on Vascular Responsiveness of Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Biological & Pharmaceutical Bulletin* 31 (5), pp.897-902.

AUGMENTED LEARNING: INNOVACIÓN ORGANIZATIVA Y TECNOLÓGICA PARA LA EDUCACION EMPRESARIAL

ANDREA BELLEZZA

Alumno de Doctorado - Universidad de Burgos

RESUMEN

Augmented learning como una nueva forma de pensar y practicar educación, con las nuevas tecnologías, innovadoras porque capaces de generar nuevos comportamientos. Augmented reality, virtual immersive reality and internet of (every)things están expandiendo nuestras posibilidades para crear, diseñar y implementar proyectos de educación y formación, que son capaces de enseñar haciendo y verificar en el mismo tiempo, en tiempo real, y durante las actividades prácticas.

Palabras clave: innovación, learning, augmented reality, virtual immersive reality.

ABSTRACT

Augmented learning as a new way to think and practice education, with new technologies that are innovative cause they are able to generate new behaviours. Augmented reality, virtual immersive reality and internet of (every)things are expanding our possibilities to create, design and implement education and training projects, that are capable to teach by doing and check in the same time, live, and during practical activities.

Keywords: innovation, education, augmented learning, augmented reality, virtual immersive reality.

1. SCENARIO, TRENDS, APPLICATIONS

Experts agreed on two long-terms trend: advancing learning environments on one hand, that are flexible and capable to drive innovation; an increasing collaborative approach for education solution on the other hand, that takes place between higher education institutions, professors, companies, students, and more in general all the stakeholders involved. On didactical side, regarding the challenges for universities and colleges, improving digital literacy is considered one of the solvable challenges. It is already being addressed by actions at individual institutions. At Open University in UK the internal staff developed the 'digital and information framework', to standardize and implement better digital literacy training in curriculum. Cornell University also has made available online resources for learning key technology skills. On human resources side, talking about professors, we identified rewarding teachers for innovative and effective pedagogy as a wicked challenge, one that is very difficult to standardize, or solve with a universal approach, but that can be essential to manage an innovation process. Many

institutions provide more incentives for research over exemplary teaching. New technologies adoption represents one of the most important trend in education, even because technological development could communicate and support other drivers of innovation and change. ‘Bring your own device’ and ‘flipped classroom’ are expected to be increasingly adopted by institutions in one year’s time or less, to transform in a positive result the ‘native’ adoption of mobile and online learning by students. Time to adoption for maker-spaces and wearable technologies are estimated within two or three years, while adaptive learning technologies and internet of things are expected to be mainstream in universities and colleges within four to five years.

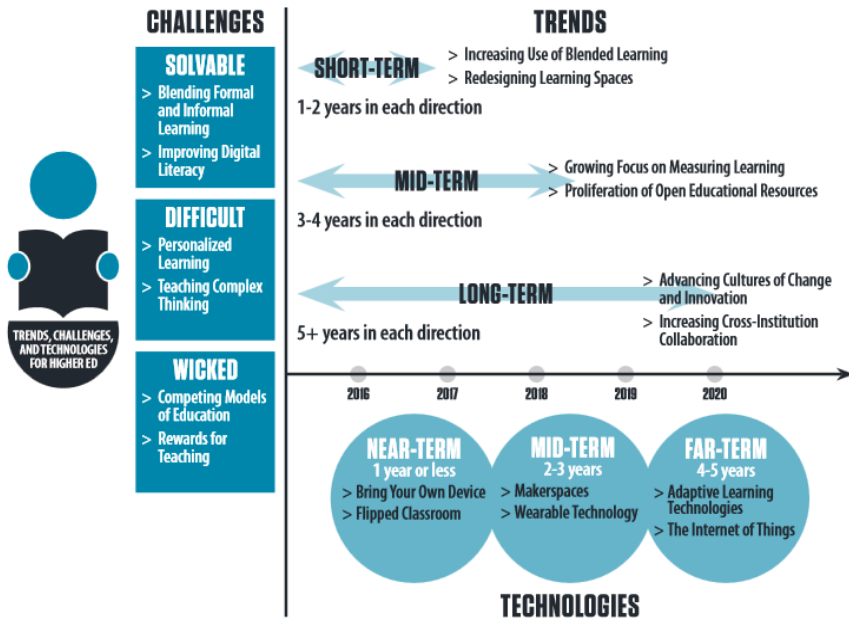


Figura 1.Title: Topics from the NMC Horizon Report, 2015 Higher Education Edition.

These trends are sorted into three movement-related categories: long-term trends that typically have already been impacting decision-making, and will continue to be important for more than five years; mid-term trends that will likely continue to be a factor in decision-making for the next three to five years; and short-term trends that are driving adoption now, but will likely remain important for only one or two years, becoming commonplace or fading away in that time.

Long-term trends. In order to breed innovation and adapt to economic needs, higher education institutions must be structured in ways that allow for flexibility, and super creativity and entrepreneurial thinking. There is a growing consensus among many higher education thought leaders that institutional leadership and curriculum could benefit from agile startup models. Educators are working to develop new approaches and programs based on these models that stimulate top-down change and can be implemented across a broad range of institutional settings. In business realm, the startup movement uses technology as a catalyst for promoting a culture of innovation in a more widespread, cost-effective manner, and provides compelling models for higher education leaders to

consider. In higher education business, consumers are students, and there is a need to better cater to them as their expectations and behaviors evolve. In many ways, this shift is being driven by technologies that students use in their daily lives and that extend to learning. Today's global environment is allowing universities to unite across international borders and work toward common goals concerning technology, research, or shared values. Support behind technology enabled learning in higher education classrooms has reinforced the trend toward open communities and university consortia, as educators and administrators recognize collective action as a sustainable method of supporting upgrades in technological infrastructure and IT services. We need to empower collaboration between universities, open communities, educators, politicians, managers, recognizing collective social action as a sustainable method of supporting human growth. In terms of technologies we'll see IOT, internet of things, declined in adaptive learning technologies.

Mid-term trends. Increasing interest in using new sources of data for personalizing learning experiences, for ongoing formative assessment of learning, and for performance measurement. A key element for this trend are learning analytics, the application of web analytics, a science used by businesses to analyze commercial activities that leverages big data to identify spending trends and predict consumer behaviour. Education is embarking on a similar pursuit into data science with the aim of learner profiling, a process of gathering and analyzing large amounts of detail about individual student interactions in online learning activities. The goal is to build better pedagogies, empower students to take active part in their learning, target at-risk student populations, and assess factors affecting completion and student success. For learners, educators and researchers, learning analytics is already starting to provide crucial insights into student progress and interaction with online texts, courseware, and learning environments used to deliver instruction. Data-driven learning and assessment will build on those early efforts. Data-driven learning and assessment will build on those early efforts. OER, open educational resources, are "teaching, learning, and research resources that reside in the public domain or have been released under an intellectual property license that permits their free use and re-purposing by others". OER represents a broad variety of digital content, including full courses, course materials, modules, textbooks, videos, tests, software and any other means of conveying knowledge. Open textbooks are being considered as a viable means for cutting excess costs with the goal of making education more affordable for students. Talking about technologies we'll see a large use of wearable devices and, even more important and interesting, adoption of makerspaces and Fablabs.

Short-term trends. Over the past several years, perceptions of online learning have been shifting in its favor as more learners and educators see it as a viable alternative to some forms of face-to-face learning. The affordances blended learning offers are now well understood, and its flexibility, ease of access, and the integration of sophisticated multimedia and technologies are high among the list of appeals. Recent developments of business models for universities are upping the ante of innovation in these digital environments, which are now widely considered to be ripe for new ideas, services and products. University of Central Florida examined face-to-face, blended, and fully online models and found that blended approaches were most successful in "unbundling" the classroom: students felt that instructors were more accessible when learning materials and discussion forums were placed online and there was altogether more persistent communication through the use of virtual learning environments. Some thought leaders believe that new forms of teaching and learning require new spaces for teaching and learning. More universities are helping to facilitate these

emerging models of education, such as the flipped classroom, by rearranging learning environments to accommodate more active learning. Educational settings are increasingly designed to facilitate project-based interactions with attention to mobility, flexibility, and multiple device usage. Wireless bandwidth is being upgraded in institutions to create “smart rooms” that support web conferencing and other methods of remote, collaborative communication.

There are currently seven categories of technologies tools:

- Consumer technologies are tools created for recreational and professional purposes and were not designed, at least initially, for educational use: though they may serve well as learning aids and be quite adaptable for use in universities and colleges. These technologies find their ways into institutions because people are using them at home or in other settings.
- Digital strategies are not so much technologies as they are ways of using devices and software to enrich teaching and learning, whether inside or outside the classroom. Effective digital strategies can be used in both formal and informal learning; what makes them interesting is that they transcend conventional ideas to create something that feels new.
- Enabling technologies are those technologies that have the potential to transform what we expected of our devices and tools, those inventions or innovations that can be applied to drive radical change in the capabilities of a user or culture. Enabling technologies are characterized by rapid development of subsequent derivative technologies, often in diverse fields. The link to learning in this category is less easy to make, but this group of technologies is where substantive technological innovation begins to be visible. Enabling technologies expand the reach of our tools, make them more capable and useful, and often easier to use as well.
- Internet technologies include techniques and essential infrastructure that help to make the technologies underlying how we interact with the network more transparent, less obtrusive, and easier to use.
- Learning technologies include both tools and resources developed expressly for the education sector, as well as pathways of development that may include tools adapted from other purposes that are matched with strategies to make them useful for learning. These include technologies that are changing the landscape of learning, whether formal or informal, by making it more accessible and personalized.
- Social media technologies could have been subsumed under the consumer technology category, but they have become so ever-present and so widely used in every part of society that have been elevated to their own category. As well established as social media is, it continues to evolve at a rapid pace, with new ideas, tools, and developments coming online constantly.
- Visualization technologies run the gamut from simple info-graphics to complex forms of visual data analysis. What they have in common is that they tap brain's inherent ability to rapidly process visual information, identify patterns, and sense order in complex situations. These technologies are growing cluster of tools and processes for mining large data sets, exploring dynamic processes, and generally making the complex simple.

One of the most interesting field in terms of innovative education is using AR, augmented reality and VR, virtual reality, for educational activities. As we can observe there are more and more projects based on these ‘cutting hedge’ technologies. Universities, researchers, users are developing applications and 3D contents for various courses. Thanks to augmented reality we can track bodies, images, references, adding multimedia interactive contents to make knowledge transfer more powerful.

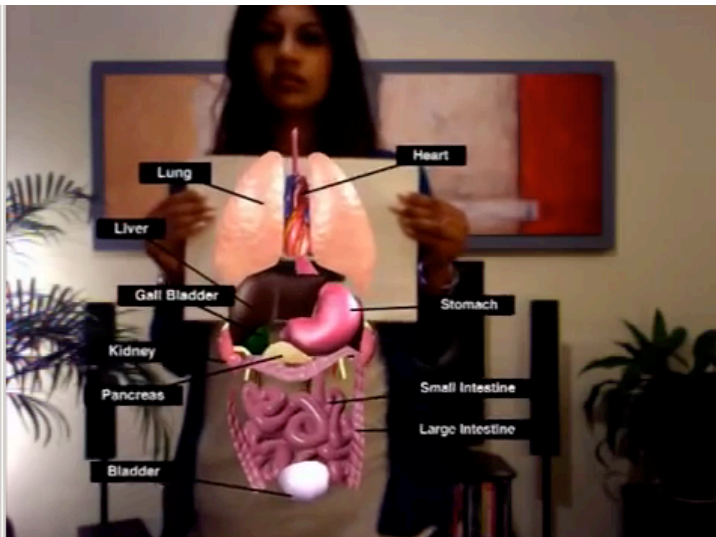


Figura 2. Title: Example of AR application for biology.

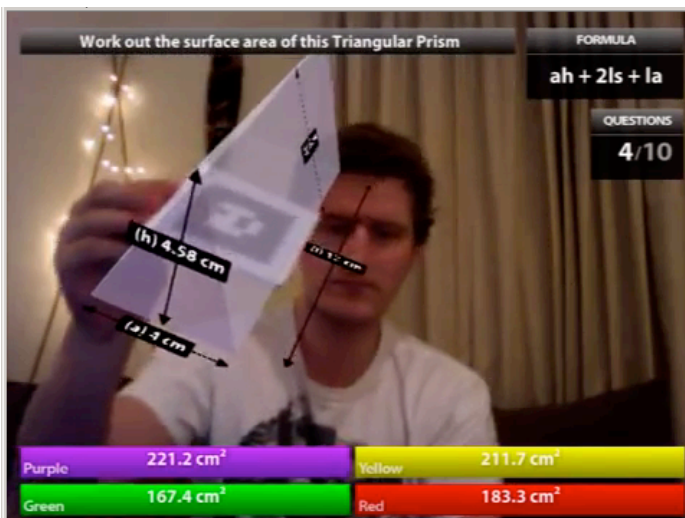


Figura 3. Title: Example of AR application for math.



Figura 4. Title: Example of AR application for chemistry.

Even if more spectacular in terms of visual effects, and more efficient in terms of semantic power, these applications are still not pushing augmented reality educational potential. Augmented reality acquires actual maximum impact when applied in 'learning by doing' and 'training on the job' platforms and applications. Thanks to augmented reality we can teach and check in the same moment, supporting concrete actions and processes in real time and experimenting a new root in terms of education. AR can track real physical objects live, during real operations or training, this means that AR customized applications can support production lines, maintenance activities, delicate surgery operation and any other simple or difficult activity we want to help. AR apps track real world live and in real time, suggesting what to do exactly where is needed, checking at the same time results and proposing corrections or alternatives, and communicating with other tools, software or databases.



Figura 5. Title: Example n. 1 of AR 'training on the job' application.

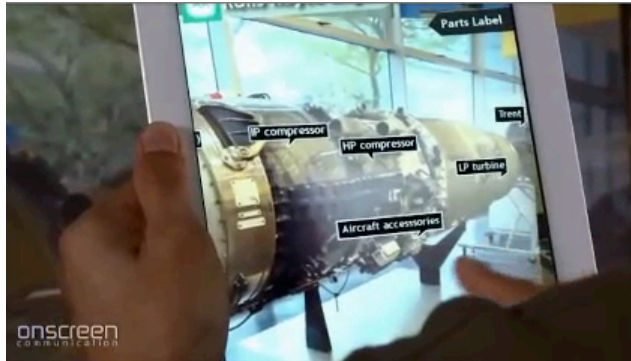


Figura 6. Title: Example n. 2 of AR ‘training on the job’ application.



Figura 7. Title: Example n. 3 of AR ‘training on the job’ application.

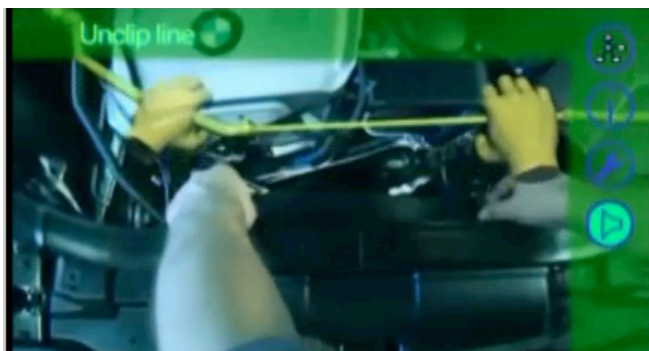


Figura 8. Title: Example n. 4 of AR ‘training on the job’ application.

VR, virtual reality, results naturally less proficient than augmented reality about what concerns physical objects and environments, but on the other hand can be very useful to solve other kinds of delicate programs as crisis management, rescue, war or

more in general any dangerous situation, or for particular simulation, where is difficult or expensive to use real settings. In all these cases it's possible to produce special virtual immersive application, using head mounted displays, wearable hardware and other hardware instruments that allow to walk and use the entire body, re-creating situations that are close to real experiences but cheaper and above all not dangerous.



Figura 9. Title: Example n. 1 of VR 'training' application.



Figura 10. Title: Example n. 2 of VR 'training' application.

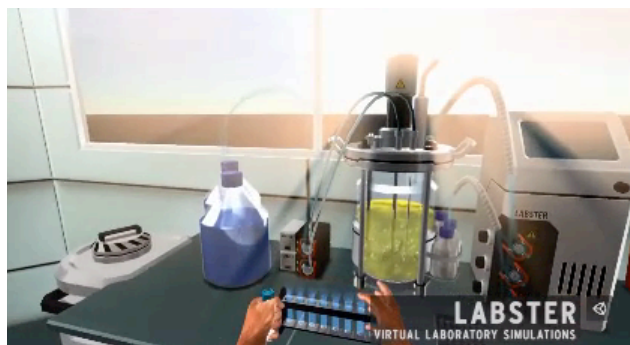


Figura 11. Title: Example n. 3 of VR 'training' application.

AR-VR education solutions represent a new frontier not only in teaching, but even in working and researching. There is a wide and undiscovered field to afford in order to figure out how these real time interactive education applications influence cognitive and emotional processes during our learning activities.

REFERENCIAS

- [1] <http://cdn.nmc.org/media/2015-nmc-horizon-report-HE-EN.pdf>
- [2] <http://www.kzero.co.uk/>
- [3] <http://www.gartner.com/technology/home.jsp>
- [4] <http://www.juniperresearch.com/home>
- [5] Arduini G. (2012). La realtà aumentata e nuove prospettive educative, *Education Sciences and Society*, pp 209-216
- [6] Carmicheal G., Biddle R., MOULD D. (2012). Understanding the Power of Augmented Reality for Learning, Copyright by AACE. Reprinted from the Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education.
- [7] Dunleavy M. , Dede C. (2008). Augmented Reality Teaching and Learning, *The Handbook of Research for Educational Communications and Technology*, Chapter 67:Augmented Reality, New York, Springer, pp 1-31.
- [8] Kalalahanti, J. (2014). Augmented Reality in Learning: How should we design AR learning applications and evaluate their effectiveness?, Tampere Research Centre for Information and Media, School of Information Sciences, University of Tampere
- [9] Klopfre, E., Sheldon, J.(2010). Augmenting your own reality: Student authoring of science-based augmented reality games, *New Directions for Youth Development*, pp 85–94.

APLICACIÓN DE SUPERFICIES DE RESPUESTA PARA LA ESTIMACIÓN DE LAS PROPIEDADES A FRACTURA DE MORTEROS BASTARDOS FABRICADOS CON ESCORIA BLANCA PARA USO EN CONSTRUCCIÓN

J. GARCÍA-CUADRADO¹, A. RODRIGUEZ¹, V. CALDERÓN¹

*¹ Grupo de Investigación en Ingeniería de la Edificación
Departamento de Construcción e Ingenierías de la Construcción y del Terreno
Universidad de Burgos, Escuela Politécnica Superior*

RESUMEN

Actualmente, el respeto por el medio ambiente es un valor social que cada vez más se protege, al ser sinónimo de “calidad de vida”. Es evidente que la actividad humana está causando un impacto negativo en todo el Planeta, por lo que resulta necesario el disponer de procesos cíclicos, en los que los desechos de una actividad constituyen, la materia prima de entrada de otra. En el presente trabajo se pretende estudiar cómo afecta la adicción de escoria blanca, en sustitución parcial o total del árido, en las propiedades de fractura de morteros bastardos, mortero con un conglomerante mezcla de cemento y cal. Para ello, se han realizado una serie de estudios utilizando tanto un proceso experimental como analítico, mediante el diseño de experimentos basado en superficies de respuesta (RSM). Además de los ensayos destinados a obtener las propiedades de fractura, se han realizado los ensayos requeridos para obtener las mezclas idóneas así como otras propiedades básicas para caracterizar los morteros. Se puede decir, que la utilización de escoria de acería en sustitución de áridos silícicos permite obtener morteros de albañilería para construcción con propiedades mecánicas equivalentes a la de los morteros tradicionales.

Palabras clave: Mortero bastardo, escoria blanca, residuo siderúrgico, energía de fractura, diseño de experimentos.

ABSTRACT

Currently, respect for the environment is a social value that increasingly protected, to be synonymous with “quality of life”. It is clear that human activity is causing a negative impact on the entire planet, so that having cyclic processes, where the waste from one activity constitute the raw material input of another is necessary. The pretention of this job is studing how the added white slag, replacing partially or totally the sand, afecct the propieties of fracture of bastard mortars. That is reason, different studies have been done using both experimental and analitic processes, through the analysis of surfaces of response. Apart from the destinated samples to obtain the propierties of fracture, other required samples have been used to obtain ideal mixture such as other basic propierties to characterise the mortars. It could be said,

that the usage of steel slag replacing the silic sand let obtain the brickwork mortars for construction with mechanical proprieties equivalent to the traditional mortars.

Keywords: Bastard mortar, white slag, waste steel, fracture energy, design of experiments.

1. INTRODUCCIÓN

A finales de la década de los 80 del siglo XX surge el concepto de sostenibilidad a partir del informe Brundtland [1]. Esta definición inicial ha evolucionado bajo los diversos puntos de vista de los agentes institucionales, sociales y económicos. La sostenibilidad es definida por el sector empresarial como un sistema de producción y consumo capaz de garantizar una mayor equidad, calidad de vida y equilibrio ecológico a generaciones futuras [2].

Para un sector como el de la construcción el concepto sostenibilidad obliga a alcanzar soluciones técnicas viables en diferentes ámbitos, durante los diferentes estadios en el ciclo de la vida de la estructura, considerando aspectos medioambientales, normativos, sociales y económicos. Además, tal y como afirman algunos autore [3], se requiere de un enfoque integrador de estos objetivos, cuantificando con rigor y transparencia el “valor de lo sostenible”, como ya se recoge en la propia EHE (Anejo 13) [4].

Las escorias siderúrgicas son un subproducto obtenido en el proceso industrial de producción de acero, hierro u otras aleaciones [5]. Tienen un carácter residual en el proceso, no siendo intencionada su obtención, así como tampoco la de muchos otros residuos que se obtienen finalmente. Sin embargo, su generación, a todos los niveles (tanto nacional, como a nivel europeo, mundial...) es muy elevada, por lo que se debe considerar su influencia en el medio natural [6].

Las escorias, al no tener una aplicación clara y definida, ni a una escala comparable a la de su generación, constituyen un problema importante a diferentes niveles, siendo los más reseñables el logístico (por los problemas de almacenaje) y el medioambiental (ya que la propia naturaleza no puede asimilar por sí misma éstos residuos, generándose por lo tanto modificaciones en el entorno en que se depositan) [7].

Son importantes las conclusiones aportadas por Losañez [8], acerca de la aplicación de escorias blancas en morteros de albañilería. En sus investigaciones se determina que las escorias blancas pueden ser utilizadas en la fabricación de morteros de albañilería, ya sea como sustituto del cemento o como árido.

Otros estudios se ocupan de las propiedades de una serie de yesos que contienen diferentes proporciones de escoria de Horno Cuchara que se utiliza como agregado mineral [9]. Los resultados ponen de manifiesto también una disminución de la adhesión, durabilidad y resistencia mecánica, proporcionalmente a la cantidad de yeso sustituido por escoria. El estudio económico sugiere que estos materiales reciclados son rentables y se pueden aplicar como morteros de yeso para uso en mampostería. Respecto a morteros de albañilería realizados con escoria blanca de Horno Cuchara y los otros componentes convencionales, tales como arena, cemento y aditivos, la presencia de escoria de Horno de Cuchara contribuye a aumentar la durabilidad del mortero.

También resultan muy valiosas las conclusiones obtenidas en diferentes artículos de investigación relacionados con hormigones fabricados con escorias. En el artículo “Strength and durability of concrete made with electric steelmaking slag” [10], se concluye que el empleo de escorias blancas de Horno Cuchara en hormigones endurecidos

muestran resultados positivos cuando se emplea como árido frente a los ensayos de durabilidad. Un ejemplo similar al de este estudio es el realizado sobre durabilidad en morteros con escoria negra, en el que se concluye que éstos mejoran con su empleo [11]. También son alentadores para el estudio de este tipo de morteros los resultados referentes a prestaciones mecánicas y trabajabilidad de los morteros de albañilería elaborados con escoria blanca [12] y negra [13], así como los morteros de cal. [14]

En otro orden de cosas, la mayor parte de las lesiones producidas en las construcciones de edificación se producen como consecuencia de los movimientos diferenciales del edificio. No suelen tener trascendencia desde el punto de vista estructural y la mayor parte de las veces son absorbidas por los propios materiales o se manifiestan en forma de fisuras y grietas que sólo afectan a la estética del edificio.

No obstante, este tipo de lesiones favorecen la acción sobre los materiales de los agentes agresivos externos tales como el agua de lluvia, las bajas temperaturas o los fenómenos de humedad sequedad, pudiendo ocasionar daños importantes en la funcionalidad estructural del edificio o en sus propiedades térmicas o acústicas.

El empleo de la Mecánica de la Fractura Elástica Lineal permite conocer la trayectoria de los movimientos diferenciales que producen las fisuras superficiales en morteros y pastas, y posibilita el diseño de patrones de fisuración que simulan cómo se forman las grietas en los edificios.

Los primeros estudios sobre la fisuración estructural de morteros y hormigones consideraban la pasta cementicia y los áridos como elementos lineales elásticos y frágiles, siendo las microfisuras el resultado de su comportamiento no lineal de la relación tensión-deformación, cuando están sometidos a esfuerzos de compresión [15 - 16]. Posteriormente, Sponer, Maher y Darwin [17-18] determinaron que el comportamiento no lineal a esfuerzos de compresión de los morteros y hormigones estaba relacionado con el ablandamiento también no lineal de la pasta cementicia, por lo que no dependía tanto de las fisuras de adherencia producidas en el proceso de deformación.

Durante muchos años se ha considerado al hormigón como un material frágil en tracción y se han hecho numerosos intentos para utilizar los principios de la mecánica de la fractura para modelar la fractura del hormigón con fisuras macroscópicas. Como consecuencia de la heterogeneidad que el hormigón presenta como material construcción, no se suele aplicar la MFEL en las probetas de laboratorio. Aunque en los años más recientes se ha realizado un importante esfuerzo encaminado a conocer mejor el proceso de fractura de los materiales casi frágiles y los mecanismos que lo gobiernan. El avance ha sido importante, en especial en lo que se refiere a la fractura en modo I (tracción) de hormigones y morteros. Sin embargo, por lo que respecta a los procesos de fractura bajo condiciones de carga combinadas de tracción y cortante (modo mixto I/II) aún queda mucho por avanzar.

Los investigadores en este campo se han basado en la poca normativa que hay al respecto referente a los hormigones con fibras. Para solucionar este problema se ha creado modificaciones en las recomendaciones plasmadas en el RILEM TC-187-SOC [19].

Cabe destacar las últimas investigaciones y publicaciones españolas por parte del Grupo Español de Fractura en el que se abordan entre otros el análisis de hormigón a modo mixto [20] o estudios sobre cementos de cenizas volantes [21] donde se estudia el comportamiento mecánico, en función de la temperatura, entre un cemento Portland comercial y dos nuevos materiales cementantes. También en 2011, Carpinteri

[22] investigó la relación entre la propagación de las fisuras y el tipo de fallo en vigas de hormigón armado sin cercos o Enfedaque [23] que realizó un estudio de energía de fractura en morteros reforzados con fibras de vidrio donde se observa que este tipo de morteros tienen una energía de fractura cuatro veces superior a los convencionales.

El gran número de investigaciones sobre el tema en los últimos años, pone de manifiesto que el estudio de la Tenacidad a la Fractura en morteros y hormigones sigue siendo un campo en el que se requiere una mayor profundización para conocer adecuadamente su comportamiento a este modo de fallo.

Por todo ello, en el presente trabajo se pretende estudiar cómo afecta la adición de escorias, tanto blancas como negras, en sustitución parcial o total del árido, en las propiedades de fractura de morteros bastardos. Para ello, se han realizado una serie de estudios utilizando tanto un proceso experimental como analítico, mediante Métodos de superficies de Respuesta (RSM), apoyado en los buenos resultados que se han obtenido haciendo los mismo experimentos utilizando escoria negra. [24]

Esta técnica de simulación matemática ha sido utilizada con éxito en diferentes campos de experimentación desde principios del Siglo XX [25]. Mediante estas herramientas matemáticas pueden realizarse experimentos que posicionan al material frente a la acción de factores externos cuantitativos o cualitativos, con el objetivo de conocer su capacidad de respuesta en diferentes situaciones, semejantes a las que pueden darse en la realidad.



Figura 1. Ensayo de flexión de acuerdo a las recomendaciones de Gopalratnam y Gettu.

Para el análisis de estas propiedades a fractura se ha decidido estudiar la fuerza máxima hasta rotura de probetas normalizadas entallada previamente, así como su energía de fractura, sirviéndonos para ello del ensayo a flexión en tres puntos. La novedad del presente trabajo radica en la utilización de un diseño de experimentos basado en superficies de respuesta para la estimación de los parámetros de fractura en morteros con residuos de acería como son las escorias blancas, empleados al igual que otros tipos de residuos para buscar un nuevo mortero con similares características al convencional y con ellos reducir costes y minimizar el impacto medioambientales que estos residuos provocan.

2. MATERIAL

Para poder llevar a cabo el presente trabajo se ha diseñado un mortero con un conglomerante mezcla de cemento y cal en diferentes proporciones: en este caso Cal Aérea de tipo CL-90 S y cemento de tipo CEM I 42,5 R. Como árido se ha utilizado arena silícica y en otras de las mezclas se ha ido sustituyendo diferentes cantidades de este árido por escoria blanca, todo ello en función del plan de experimentación

definido en el diseño de experimentos del siguiente apartado. Con las diferentes mezclas de mortero se han realizado probetas normalizadas de 160 x 40 x 40 realizándolas una entalla de 4,6 mm en su parte central.

Las propiedades obtenidas del mortero fresco son las siguientes:

Tabla 1. Propiedades de las diferentes dosificaciones de mortero fresco y resistencia a compresión.

Designación	a/c	Mesa de sacudidas (mm)	Densidad M. Fresco (kg/m ³)	Cantidad aire ocluido (%)	Resistencia a compresión (28 días) (MPa)
Mb-A-Ar	1,28	172	2020,00	3,10	1,34
Mb-A-Ar/Eb	1,95	168	1858,00	5,80	0,96
Mb-A-Eb	2,54	171	1608,00	9,30	1,89
Mb-B-Ar	1,20	178	2052,00	6,20	3,96
Mb-B-Ar/Eb	1,89	168	1869,00	8,40	2,40
Mb-B-Eb	2,45	182	1675,00	11,50	2,31
Mb-C-Ar	1,13	171	2069,00	7,40	8,66
Mb-C-Ar/Eb	1,82	180	1888,00	9,80	4,69
Mb-C-Eb	2,38	170	1691,00	11,90	2,93

En la tabla anterior podemos observar también los resultados obtenidos de Resistencia a compresión de los morteros ensayados utilizando las dos mitades resultantes del ensayo de flexión en tres puntos, con el fin de analizar de menor forma el comportamiento de este tipo de morteros.

Mostramos a continuación algunas de las imágenes tomadas de la estructura de dicho mortero con el microscopio de barrido electrónico, donde se puede apreciar el cambio de microestructura debido a los componentes en las diferentes dosificaciones.

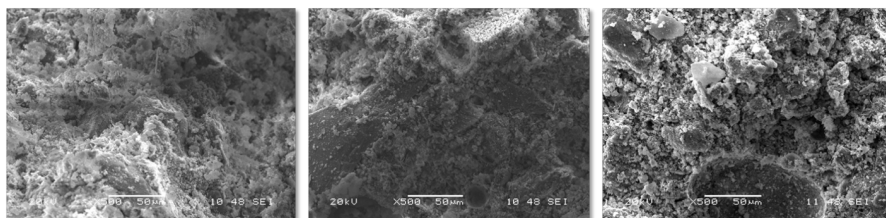


Figura 2. Imagen con el microscopio de barrido electrónico de la dosificación con 100% arena (Izquierda), con 50% escoria blanca y 50% arena (centro) y con 100% escoria blanca (Derecha).

3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Para poder aplicar el Método de Superficie de Respuesta es necesario determinar los parámetros que se van a considerar como variables en el presente estudio. En este sentido se ha considerado que el % de conglomerante, el tiempo de curado y el tipo de árido son parámetros fundamentales y, por lo tanto, son los que van a ser considerados como parámetros variables en el diseño de experimentos. El rango de variación de estos parámetros se moverá en el intervalo $[-1, 1]$:

- %C - Cantidad de cemento (%): Entre un 25% y un 75 % de Cemento
- EC – Sustitución de escoria (%): Entre un 0% y un 100% de sustitución de escoria.
- TA – Tiempo de curado (Días): Entre 7 y 56 días.

En consecuencia, los parámetros son los que van a gobernar la superficie de respuesta. La relación existente entre estos parámetros y las superficies de respuesta se puede expresar como $S = f(\%C^*, EC^*, TA^*)$, donde f se postula como modelo cuadrático de la forma expresada en la ecuación (1), donde $\%C^*$, EC^* y TA^* son las variables codificadas de $\%C$, EC y respectivamente.

(1)

$$f(\%C^*, EC^*, TA^*) = b_0 + b_1 \cdot \%C^* + b_2 \cdot EC^* + b_3 \cdot TA^* + b_{11} \cdot \%C^{*2} + b_{22} \cdot EC^{*2} + b_{33} \cdot TA^{*2} + b_{12} \cdot \%C^* \cdot EC^* + b_{13} \cdot \%C^* \cdot TA^* + b_{23} \cdot EC^* \cdot TA^*$$

La codificación de los valores reales de los parámetros es necesaria para que todos ellos varíen en el mismo intervalo, favoreciendo de esta manera a estimación precisa de los coeficientes de definen la función $f(\%C^*, EC^*$ y $TA^*)$. Para cualquier valor real X_i de los parámetros variables dicha codificación se puede realizar a través de la expresión (2), obteniendo el valor codificado xi correspondiente. Donde X_{iNInf} es el valor real del nivel más bajo del factor i , X_{iNSup} es el valor real del nivel más alto del factor i , y X_i , es la media entre los valores reales del nivel más alto y más bajo del factor i .

$$i = \%C^*, EC^*, TA^*$$

(2)

$$xi = \frac{2 \cdot 1 (xi - i)n(n - 1)x^2}{X_{iNSup} - X_{iNInf}}$$

La determinación de los parámetros de fractura para cada una de las dosificaciones se va a realizar mediante un diseño de experimentos central compuesto. Las principales características de este diseño son:

- La utilización de tres Factores de Diseño, que en nuestro caso son: el tiempo de curado, el tipo de árido y el porcentaje de cal y cemento en la cantidad del conglomerante.
- Codificación de los intervalos de valores de los tres Factores de Diseño en la Tabla 1, para que varíen en el intervalo $[-1,1]$, de acuerdo con la expresión (2).
- Matriz de experimentos, con tres niveles para cada factor, como se puede comprobar en la Figura 3.
- Utilización de un Modelo Cuadrático definido por la expresión (1), para el ajuste de la superficie de respuesta de cada resultado analizado.
- La superficie de respuesta permitirá estimar el comportamiento de cualquier punto codificado dentro del cubo definido por los extremos.
- La Tabla 2 recoge tanto la matriz de experimentos con las variables codificadas, como la matriz del Plan de Experimentación con los valores de los Factores del Diseño de experimentos propuesto para la determinación de los coeficientes de la función $f(\%C^*, EC^*, TA^*)$.

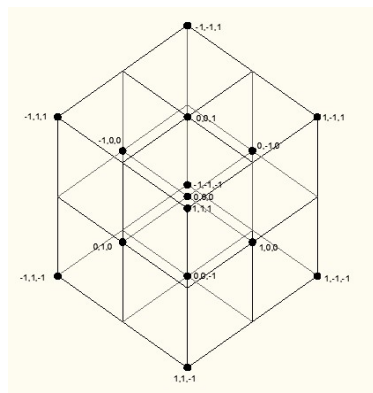


Figura 3. Representación de la matriz de experimentación según las variables codificadas.

Tabla 2. Diseño propuesto para obtener las superficies de respuesta y valores obtenidos en el ensayo.

Nº Exp.	Matriz de experimentos (Var. codificadas)			Plan de experimentación (Var. reales)			Valores obtenidos.	
	%C*	EC*	TA*	%C (%)	EC (Días)	TA (%)	F (KN)	G (KN-mm)
1	-1	-1	-1	25	7	0	0.0684	6.915E-06
2	1	-1	-1	75	7	0	0.5216	2.321E-05
3	-1	1	-1	25	56	0	0.1400	7.756E-06
4	1	1	-1	75	56	0	0.8650	4.465E-05
5	-1	-1	1	25	7	100	0.0620	5.990E-06
6	1	-1	1	75	7	100	0.1560	1.098E-05
7	-1	1	1	25	56	100	0.1183	1.292E-05
8	1	1	1	75	56	100	0.2547	4.462E-05
9	-1	0	0	25	28	50	0.0950	1.042E-05
10	1	0	0	75	28	50	0.3743	2.426E-05
11	0	-1	0	50	7	50	0.1000	9.863E-06
12	0	1	0	50	56	50	0.2610	1.590E-05
13	0	0	-1	50	28	0	0.4183	1.710E-05
14	0	0	1	50	28	100	0.2067	1.976E-05
15	0	0	0	50	28	50	0.1910	2.636E-05

La metodología de estudio mediante Superficies de Respuesta permite que para una combinación cualquiera de los Parámetros de Diseño o variables del proceso, se obtenga el valor del ensayo de tenacidad mediante el ensayo de flexión en tres puntos, obteniendo los resultados característicos del ensayo (carga máxima y energía de fractura). De esta forma, se puede obtener una superficie característica para cada uno de los resultados anteriores.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizados todos los experimentos es posible determinar los coeficientes de la función $f(\%C^*, EC^*, TA^*)$, para cada una de las respuestas. A modo de ejemplo, la Figura 4 muestra una curva típica carga-desplazamiento obtenida en un ensayo de flexión en tres puntos sobre probeta entallada del mortero bastardo objeto de estudio.

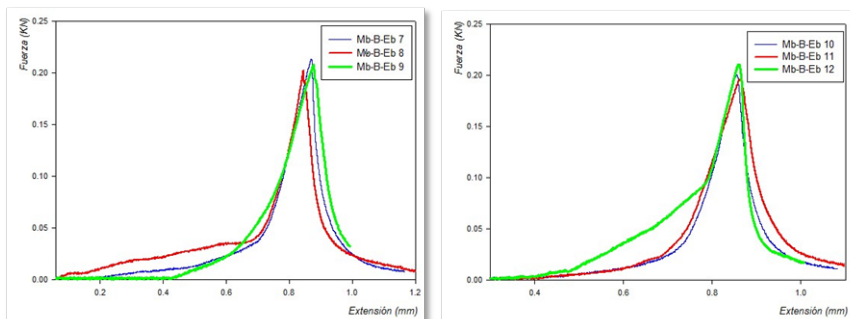


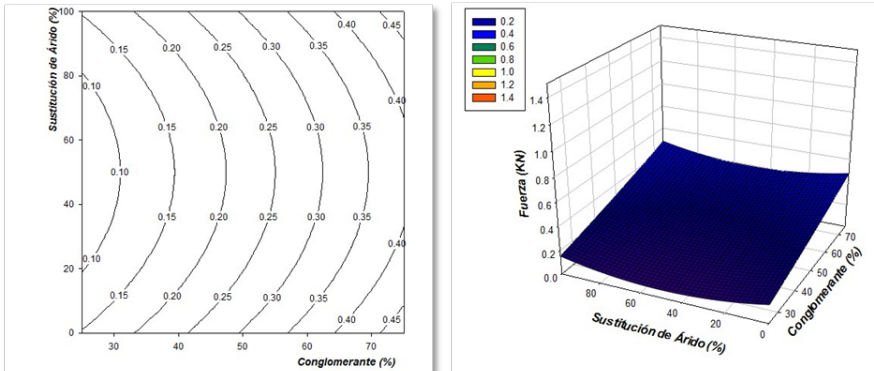
Figura 4. Curva carga-desplazamiento para un mortero bastardo realizado con escoria blanca a una edad de veinte ocho días.

A partir de las funciones $f(\%C^*, EC^*, TA^*)$ determinadas, será posible estimar el valor de la respuesta para cualquier combinación de valores de los Parámetros de Diseño $\%C$, EC y TA , previa codificación, siempre y cuando se encuentre dentro del “dominio cubico” definido anteriormente para este diseño. En la Tabla 3 se muestran los coeficientes de las funciones para cada respuesta, que introducidos en la ecuación dará como respuesta cualquier valor que se quiera obtener, así como el valor de R-Cuadrado, que muestra la exactitud del estudio.

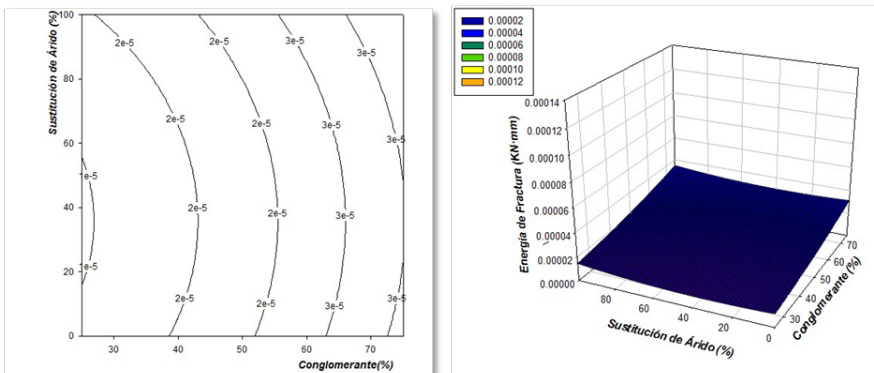
Tabla 3. Coeficientes de las superficies de respuesta.

Parámetros	Coeficientes	
	F	G
B_0	0,2289	0,000019
B_1	0,1680	0,000011
B_2	0,0751	0,000007
B_3	-0,1209	-0,000000
B_{11}	0,0110	0,000002
B_{22}	-0,0550	-0,000004
B_{33}	0,0874	0,000003
B_{12}	0,0426	0,000006
B_{13}	-0,1160	-0,000002
B_{23}	-0,0353	0,000002
R. Cuadrado	98,41%	91,87 %

Las graficas siguientes muestran las superficies de respuesta obtenidas tanto para la Fuerza Máxima como para la Energía de Fractura.



Figuras 5. Valoración de la respuesta F, en función de %C y TA a los 28 días de curado.



Figuras 6. Valoración de la respuesta G, en función de %C y TA a los 28 días de curado.

Para poder realizar las Superficies de Respuesta del ensayo, se deben establecer uno de los tres valores fijos en un parámetro, por lo que, en este caso, se ha convenido fijar la edad de curado a los 28 días, ya que es el tiempo en el que se considera que el mortero ha adquirido su resistencia mecánica característica a compresión. Sin embargo, en las mezclas con mayor cantidad de cal dosificada, el endurecimiento no se ha producido, obteniéndose resistencias características bajas a los 28 días. Esto se explica por la lentitud de la reacción de carbonatación del hidróxido de cal en contacto con el CO_2 atmosférico, comprobándose que son más factibles para el ensayo considerar las resistencias mecánicas obtenidas a los 56 días.

En las Tabla 5 se recogen todos los valores obtenidos, tanto experimentalmente en el ensayo de fractura mediante flexión en tres puntos, como los resultados obtenidos mediante el Análisis de Superficies de Respuesta para una serie de combinaciones de mortero bastardo.

Tabla 5. Fuerza Máxima a Fractura (KN) y Energía de Fractura(KN·mm) (Entalla 4,8 mm)

Designación	Fuerza Máxima a Fractura			Energía a Fractura		
	7 días	28 días	56 días	7 días	28 días	56 días
<i>Mb-A-Ar</i>	0.0684	0.1642	0.1400	6.915E-06	1.100E-05	7.756E-06
<i>Mb-A-Ar/Eb</i>	0.0155	0.0950	0.0495	5.100E-06	1.042E-05	6.800E-06
<i>Mb-A-Eb</i>	0.0620	0.2585	0.1183	5.990E-06	1.366E-05	1.292E-05
<i>Mb-B-Ar</i>	0.2718	0.4183	0.4916	1.330E-05	1.710E-05	2.280E-05
<i>Mb-B-Ar/Eb</i>	0.1000	0.1910	0.2610	9.863E-06	2.636E-05	1.590E-05
<i>Mb-B-Eb</i>	0.1006	0.2067	0.1802	8.000E-06	1.976E-05	2.120E-05
<i>Mb-C-Ar</i>	0.5216	0.7092	0.8650	2.321E-05	3.460E-05	4.465E-05
<i>Mb-C-Ar/Eb</i>	0.2353	0.3743	0.4079	0.0000141	2.426E-05	400.0E-05
<i>Mb-C-Eb</i>	0.1560	0.2456	0.2547	1.098E-05	2.460E-05	4.462E-05

Con los datos obtenidos en los ensayos se configuran los gráficos de relación de los que se pueden extraer las siguientes conclusiones:

La primera conclusión es la coherencia de los datos obtenidos de la carga máxima de rotura ya que, aunque los registros son pequeños, es normal obtener estos valores porque la resistencia a flexión de un mortero a las primeras edades es siempre mínima. De igual forma, las energías de fractura obtenidas son igualmente lógicas y relacionadas con la fuerza máxima hasta rotura que soportan los morteros.

En segundo lugar, respecto a los morteros fabricados con arena o escoria blanca, cuando éstos tienen una gran cantidad de cal en su dosificación, los que contienen escoria blanca presentan mejores propiedades a la fractura que sus equivalentes con arena, mientras que, según se añade más cantidad de cemento, la resistencia que se obtiene no es equivalente, mientras que los que contienen arena experimentan una gran mejora.

Se observa además que los resultados obtenidos para los morteros que contienen escoria blanca como árido en cualquier porcentaje, se parecen más a los obtenidos en los morteros que solo llevan escoria blanca, lo que da una idea de la influencia que este material en comparación con la arena o la escoria negra.

Si el estudio lo referimos a la edad de curado, se puede observar la evolución que muestran en su resistencia los morteros dosificados con mayores cantidades de cemento, lo que es evidente porque los morteros de cemento alcanzan prácticamente su máxima resistencia a los 56 días, produciéndose a partir de estas edades escasas variaciones al respecto. Por el contrario, los morteros en los que predomina la cal como conglomerante, no se observa un incremento de las resistencias a la edad de 28 y 56 días, lo que nos indica que el proceso de carbonatación es muy lento y precisan mayor tiempo de curado.

5. CONCLUSIONES

5.1. Respecto del método de análisis

1. La aplicación del método de análisis mediante Superficies de Respuesta al ensayo de resistencia a fractura, es un procedimiento de análisis útil para conocer el comportamiento de los morteros bastardos objeto de estudio en situaciones de rotura límite.
2. Los morteros con resistencia bajas en el ensayo de resistencia a fractura presentan dispersiones elevadas en los resultados, probablemente justificadas por el grado de fiabilidad del propio programa (en torno al 95%) y

por la sensibilidad de los equipos de rotura utilizados en el propio ensayo de fractura.

3. En los morteros con mayores cantidades de cal se precisaría esperar más tiempo para garantizar el proceso de fraguado y endurecimiento del conglomerante, realizando los ensayos mecánicos de resistencia a edades que garanticen la total carbonatación del Hidróxido Cálcico.

5.2. Respecto del material ensayado:

1. Los morteros fabricados con escoria blanca presentan mejores comportamientos mecánicos que los preparados con arena, cuanto mayor sea la cantidad de cal dosificada.
2. La evolución de las resistencias mecánicas es diferente dependiendo de la cantidad de cal dosificada en sustitución del cemento y del tipo de árido utilizado.
3. De las mezclas caracterizadas, las dosificadas con escoria blanca o arena y escoria blanca, permiten obtener morteros con buenos resultados en el ensayo de fractura que las hace idóneas para su utilización como morteros de albañilería en construcción.
4. La utilización de escoria de acería en sustitución de áridos silíceos permite obtener morteros de albañilería para construcción con propiedades mecánicas equivalentes a la de los morteros tradicionales.

REFERENCIAS

- [1] Gro Harlem Brundtland (1987) “Nuestro futuro en común (Informe Brundtland)”. Naciones Unidas.
- [2] Philip (2001). Los 10 mensajes del WBCSD por los que operar. Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, (World Business Council for Sustainable Development).
- [3] San-Jose Lombera, Cuadrado Rojo (2010): Industrial building design stage based on a system approach to their environmental sustainability. *Construction and Building Materials*.
- [4] EHE (2011): Instrucción al hormigón estructural. Ministerio de Fomento.
- [5] Rodríguez Ángel, Manso Juan Manuel, Aragón Ángel, González Javier J (2009). Strength and workability of masonry mortars manufactured with ladle furnace slag. *Resources, Conservation and Recycling*.
- [6] Manso Juan Manuel, Rodríguez Ángel, Aragón Ángel, González Javier J. (2011). The durability of masonry mortars made with ladle furnace slag. *Construction and Building Materials*.
- [7] CEDEX (2007): Escorias de acería de Horno de Arco Eléctrico.
- [8] Losañez, M. (2005): Aprovechamiento integral de escorias blancas y negras de acería eléctrica en construcción y obra civil. Universidad del País Vasco, Bilbao.
- [9] Rodríguez, A., Gutiérrez-González, S., Horgnies, M., Calderón, V. (2013). Design and properties of plaster mortars manufactured with ladle furnace slag. *Materials and Design*.

- [10] Polanco (2011). Strength and durability of concrete made with electric steelmaking slag". ACI Materials Journal.
- [11] Manso, Juan Manuel (2001): Fabricación de hormigón hidráulico con escoria negra de Horno Eléctrico de arco, Universidad de Burgos, Burgos.
- [12] Rodríguez, Ángel (2008): Fabricación de morteros de albañilería con escoria blanca de horno cuchara y su utilización en construcción, Universidad de Burgos, Burgos.
- [13] Santamaria-Vicario, I., Rodriguez, A., Gutierrez-Gonzalez, S., Calderon, V. (2015). Design of masonry mortars fabricated concurrently with different steel slag aggregates. Construction and building Materials.
- [14] García-Cuadrado, J., Zarzosa, R., Rodríguez, A., Calderón, V., Gutiérrez-González, S., (2014) P201400382. "Morteros de cal para la construcción y rehabilitación fabricados con residuos siderúrgicos". Universidad de Burgos.
- [15] Hsu, T.T.C.; Slate, F.O.; Sturman, G.M. y Winter, G., (1963) Microcracking of Plain Concrete and the Shape of the Stress Strain Curve, ACI Journal.
- [16] Shah, S.P. y Winter, G., 1966, Inelastic Behavior and Fracture of Concrete, ACI Journal.
- [17] Spooner, D.C., (1972) The Stress-Strain Relationship for Hardened Cement Pastes in Compression, Magazine of Concrete Research, Londres.
- [18] Maher, A. y Darwin. D., (1982) Mortar Constituent of Concrete in Compression, ACI Journal.
- [19] (2007) Experimental Determination of the Stress-Crack Opening Curve for Concrete in Tension - Final report of RILEM Technical Committee TC 187-SOC.
- [20] C.M. López, M. Rodríguez, I. Carol (2011), Análisis del hormigón en modo mixto de fractura utilizando un modelo mesoestructural. Departamento de Ingeniería del Terreno, Cartográfica y Geofísica, Universitat Politècnica de Catalunya.
- [21] Antonia Martín, Ana Fernández-Jiménez, José Ignacio Pastor, Ángel Palomo (2011) Comportamiento mecánico a altas temperaturas de cementos de ceniza volante, Departamento de Ciencia de Materiales, E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Madrid.
- [22] A. Carpinteri, J. R. Carmona, G. Ventura (2011), Estudio experimental sobre las transiciones entre los modos de fallo en vigas de hormigón armado sin cercos. Dept. Structural and Geotechnical Engineering, Politecnico di Torino.
- [23] A. Enfedaque, V. Sanchez-Gálvez (2014), Energía de fractura de paneles de mortero de cemento reforzado con fibras de vidrio (GRC) sometidos a impacto de baja velocidad, Departamento de Ingeniería Civil: Construcción, E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Madrid.
- [24] J. García-Cuadrado, I. I. Cuesta , A. Rodriguez, V. Calderón (2015), Aplicación de superficies de respuesta para la estimación de las propiedades a fractura de morteros bastardos fabricados con escoria negra para usos en construcción. Anales de la Fractura Vol.32. Grupo Español de la Fractura (España).
- [25] I.I. Cuesta y J.M. Alegre "Efecto del espesor de probeta sobre los parámetros característicos del ensayo miniatura de punzonado en diversos materiales" (Anales de Mecánica de la Fractura 29, Vol. II (2012) pp. 567-572).

DETERMINACIÓN DE LA VISCOSIDAD A ALTA PRESIÓN PARA EL SISTEMA BINARIO HFE-7500 + DIISOPROPIL ÉTER (DIPE) MEDIANTE UN VISCOSÍMETRO DE CAÍDA DE CUERPO

NATALIA MUÑOZ-RUJAS^{1,2}, JEAN-PATRICK BAZILE¹, FERNANDO AGUILAR²,
GUILLAUME GALLIERO¹, EDUARDO MONTERO², CHRISTIAN BONED¹

¹*Laboratoire des Fluides Complexes et Leurs Réservoirs, CNRS-TOTAL, UMR 5150, Université de Pau, France*

²*Departamento de Ingeniería Electromecánica, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, Spain*

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de las medidas experimentales de viscosidad a alta presión realizados con un viscosímetro de caída de cuerpo para el sistema binario HFE-7500 + diisopropil éter (DIPE). Los datos de viscosidad están apoyados en los datos de densidad a alta presión medidos en el mismo laboratorio, los cuales son necesarios para el cálculo final de la viscosidad dinámica. El rango de medida de la viscosidad se encuentra entre los (0.1 – 100) MPa para la presión y (293.15 – 353.15) K para la temperatura.

Palabras clave: Hidrofluoroéteres, Viscosidad, Alta Presión, Densidad, Fluidos Calorportantes.

ABSTRACT

The results of the experimental measures of the high pressure viscosity for the binary system HFE-7500 + di-isopropyl ether (DIPE) are reported in this work. The measures were carried out by using a falling body viscometer. The viscosity data are supported in the high pressure density data measured in the same laboratory, which are necessary to make the dynamic viscosity calculations. The measuring range for the viscosity is between (0.1 – 100) Mpa for the pressure, and (293.15 – 353.15) K for the temperature.

Keywords: Hydrofluoroethers, Viscosity, High Pressure, Density, Heat-Transfer Fluids.

1. INTRODUCCIÓN

Desde los años 50 se han venido utilizando los perfluorocarbonos (PFCs) y los perfluoropoliéteres (PFPEs) como fluidos de transferencia de calor, debido a que son químicamente inertes y no inflamables. Estos fluidos se han empleado también en la industria de semiconductores en procesos como la deposición química de vapor

(CVD), la deposición química de vapor asistida por plasma (PECVD), y en refrigeración de supercomputadores, entre otras aplicaciones¹. Sus elevados potenciales de calentamiento global (GWP) y de destrucción de la capa de ozono (ODP), así como sus largos tiempos de vida en la atmósfera han llevado a desarrollar, a expensas de los Protocolos de Montreal (1987) y Kioto (1997), otros fluidos que reemplacen a éstos y que tengan propiedades similares.

Los hidrofluoroéteres (HFEs), introducidos a finales del siglo XX como alternativa al reemplazamiento de los CFCs, HCFCs, PFCs y PFPEs, poseen un bajo potencial de calentamiento global (GWP), un nulo potencial de deterioro de la capa de ozono (ODP), y bajos tiempos de vida atmosféricos, además de ser no inflamables, presentar baja toxicidad², y no suponer un riesgo medioambiental significativo³.

El fluido HFE-7500 posee muchas de las propiedades de los PFCs y los PFPEs, siendo una opción viable para reemplazar a éstos en un amplio rango de aplicaciones. Sus propiedades físicas y punto de ebullición lo hacen ideal para su empleo en aplicaciones de transferencia de calor, procesos de fabricación de semiconductores, refrigeración de componentes electrónicos y como una alternativa a los fluidos comúnmente utilizados en procesos de las industrias química y farmacéutica como son la liofilización y refrigeración de reactores.

El conocimiento de las propiedades termofísicas y de transporte, como son la densidad y la viscosidad, es necesario para diseñar correctamente los equipos que serán utilizados en la industria. Muchas aplicaciones industriales requieren datos precisos a altas presiones, los cuales serán también necesarios para poder llevar a cabo el desarrollo de modelos predictivos para fines científicos o de ingeniería.

2. TÉCNICA EXPERIMENTAL

2.1. Materiales

El fluido HFE-7500, también conocido por sus nombres químicos, 2-trifluorometil-3-etoxidodecafluorohexano o 3-etoxi-1,1,1,2,3,4,4,5,5,6,6,6-dodecafluoro-2-trifluorometilhexano (número CAS: 297730-93-9, masa molar 414.11 g·mol⁻¹) fue suministrado por la compañía 3M con una pureza en fracción másica superior a 0.995. El fluido diisopropil éter (DIPE), fue suministrado por Sigma-Aldrich (número CAS: 108-20-3, masa molar 102.17 g·mol⁻¹) con una pureza superior a 0.995 Ninguno de los dos fluidos está sujeto a purificación posterior.

2.2. Viscosímetro de Caída de Cuerpo

La técnica de medida de la viscosidad mediante el viscosímetro de caída de cuerpo se basa en la medida del tiempo que tarda en caer un cuerpo metálico con una densidad conocida a través de un tubo en posición vertical, el cual contiene el fluido a medir. El aparato, situado en el Laboratoire des Fluides Complexes de la Universidad de Pau, (Francia), ha sido descrito en detalle con anterioridad⁴. El mismo consiste en una célula de medida cilíndrica en la cual se alojan el fluido a medir y el cuerpo metálico el cual se moverá verticalmente en el seno del fluido.

La presión sobre el fluido se ejerce gracias a un pistón situado en otra célula que a su vez está conectada a la célula de medida mediante un tubo capilar y una válvula. La célula con el pistón está conectada a una bomba neumática de aceite, de

forma que en su parte superior estará llena de aceite, y en su parte inferior del fluido a medir sobre el cual ejercerá la presión directamente el pistón. El pistón, mediante una serie de juntas tóricas, evita que el aceite de la parte superior de la célula entre en contacto con el fluido. La presión de la muestra se mide gracias a un manómetro HBM-P3M conectado directamente a un tubo entre las dos células, asegurando una lectura real de la presión. La incertidumbre en la medida de la presión es de 0.1 MPa.

La medida de la temperatura se realiza con una sonda Pt 100 directamente inserta en el interior de la célula de medida, y conectada a un medidor de temperatura cuya incertidumbre es de 0.5 K. La temperatura de la muestra se mantiene debido a la circulación de un fluido (aceite de silicona) aportado por un baño termostático. Asimismo, las células de medida y del pistón se encuentran en el interior de una celda termostática mediante aire la cual asegura una temperatura homogénea en los alrededores del sistema.

Una vez el pistón está desplazado hacia el techo de la célula y se ha hecho el vacío en el interior del sistema, el llenado de la célula de medida con la muestra líquida libre de burbujas se realiza por gravedad, abriendo la válvula conectada en la parte superior de la misma.

El principio de medida está basado en la caída de un cuerpo metálico con forma cilíndrica y extremos hemisféricos cuya densidad es unas ocho veces la del fluido a medir y del cual se desconoce la viscosidad. La determinación del tiempo de caída desde la parte superior a la inferior de la célula de medida se hace mediante la detección del paso del cuerpo gracias a unos detectores localizados en el tubo. La caída del cuerpo induce un efecto electromagnético, el cual es detectado por cuatro pares de bobinas (dos primarios y dos secundarios), conectados en paralelo a un generador de frecuencia variable.

Tanto la célula de medida como la del pistón pueden rotar 180° gracias a un sistema neumático a fin de poder realizar las medidas asegurando la misma temperatura en todo el fluido.

Para el cálculo de la viscosidad en este tipo de viscosímetro, y para fluidos con una viscosidad mayor a 0.1 mPa·s, como es el caso en estudio, Daugé et al.⁴ enfatizan que se debe emplear una ecuación del tipo (1):

(1)

$$\eta = K(\rho_s - \rho_L)\Delta t$$

Esta ecuación relaciona la viscosidad dinámica con la diferencia entre la densidad del cuerpo metálico (ρ_s), la del fluido líquido (ρ_L) y el tiempo de caída entre dos detecciones de los sensores (Δt). En este trabajo Δt corresponde al valor medio entre seis medidas realizadas para cada componente o mezcla. K es un parámetro característico del viscosímetro y del cuerpo metálico.

La calibración del aparato, que se explica con detalle en el artículo de Zéberg-Mikkelsen et al.⁵, se ha realizado con tolueno a fin de poder cuantificar el parámetro K en función de la presión y la temperatura teniendo en cuenta la viscosidad de este fluido en función de $(\rho_s - \rho_L)\Delta t$. Los valores de la viscosidad y densidad para el tolueno se han estimado a partir de los datos de viscosidad y densidad dados por Assael et al.⁶ La incertidumbre para la densidad calculada y la viscosidad es del 0.03% y 2% respectivamente.

2.3. Densímetro de Alta Presión

Los valores de densidad a alta presión necesarios para el cálculo de la viscosidad dinámica se obtuvieron a partir de medidas experimentales realizadas en el mismo laboratorio mediante un densímetro Anton Paar DMA HP de tubo vibrante equipado con una bomba manual de alta presión. Estos datos experimentales se han medido en los rangos de presión desde 0.1 a 140 MPa, y desde 293.15 a 393.15 K. Los datos experimentales fueron correlacionados mediante una ecuación de tipo Tait, mostrando un buen acuerdo entre los valores de densidad calculados, y los obtenidos experimentalmente. La incertidumbre en la medida de la densidad está en el orden de los $0.1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 1.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medidas de viscosidad se realizaron a lo largo de cuatro isothermas espaciadas 20 K entre sí. De esta forma, el rango de temperatura medido está entre los (293.15 – 353.15) K. En cuanto a la presión, las medidas se llevaron a cabo en el rango (0.1 – 100) MPa, con un espaciamiento de 20 MPa entre ellas. La viscosidad se midió en los dos compuestos puros, y para tres fracciones molares de la mezcla binaria HFE-7500 + DIPE ($x_1 = 0.25$, $x_1 = 0.5$ y $x_1 = 0.75$) en el mismo rango de presiones y temperatura. Los datos de viscosidad obtenidos se muestran en la Tabla 1.

A presión atmosférica (0.1 MPa) la viscosidad dinámica se ha obtenido a partir de la medida de la viscosidad cinemática con un viscosímetro capilar Ubbelohde conectado a un dispositivo de succión y detección de paso del fluido modelo AVS350 Schott Geräte Analyzer. La temperatura del fluido se controla gracias a un baño termostático con una estabilidad de temperatura mejor que 0.1 K. El dato de la viscosidad dinámica se obtiene entonces multiplicando la viscosidad cinemática obtenida por la densidad del fluido, resultando una incertidumbre menor al 1%.

Los datos tanto de densidad como de viscosidad a 353.15 K y 0.1 MPa para el compuesto puro di-isopropil éter y para las fracciones molares $x_1 = 0.25$ y 0.5 no se han medido dado que en esas condiciones tanto el fluido puro como las dos mezclas se encontrarían en la fase vapor de acuerdo con los datos de equilibrio líquido-vapor medidos experimentalmente⁷ como se puede observar en la Figura 1.

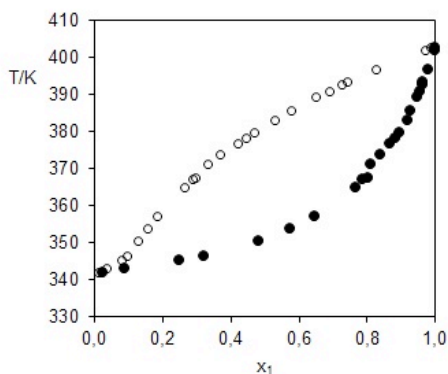


Figura 1. Diagrama de fases para el sistema binario HFE-7500 + diisopropil éter a 0.1 MPa. (●) fase líquida (○) fase vapor, según Muñoz et al., ref. 7.

Tabla 1. Valores de densidad experimental, ρ y viscosidad dinámica, η para el sistema binario HFE-7500 (x_1) + diisopropil éter ($1-x_1$).

T/K	P/MPa	$x_1 = 0$			$x_1 = 0.25$			$x_1 = 0.5$			$x_1 = 0.75$			$x_1 = 1$		
		$\rho/\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	$\eta/\text{mPa}\cdot\text{s}$	$\rho/\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	$\eta/\text{mPa}\cdot\text{s}$	$\rho/\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	$\eta/\text{mPa}\cdot\text{s}$	$\rho/\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	$\eta/\text{mPa}\cdot\text{s}$	$\rho/\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	$\eta/\text{mPa}\cdot\text{s}$	$\rho/\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	$\eta/\text{mPa}\cdot\text{s}$	$\rho/\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$	$\eta/\text{mPa}\cdot\text{s}$	
293.15	0.1	723.5	0.330	1053.2	0.483	1289.5	0.685	1478.4	0.985	1630.2	1.369					
293.15	20	744.5	0.410	1086.1	0.627	1328.9	0.939	1521.4	1.305	1674.8	1.942					
293.15	40	761.3	0.470	1111.2	0.766	1359.3	1.217	1554.8	1.741	1709.8	2.687					
293.15	60	775.4	0.540	1132.1	0.924	1384.4	1.521	1582.4	2.285	1738.8	3.649					
293.15	80	787.6	0.620	1150.2	1.104	1406.1	1.857	1606.3	2.968	1763.9	4.892					
293.15	100	798.5	0.712	1166.2	1.310	1425.3	2.230	1627.3	3.828	1786.2	6.507					
313.15	0.1	702.2	0.270	1022.4	0.386	1253.4	0.526	1438.4	0.735	1588.6	0.983					
313.15	20	726.9	0.360	1060.3	0.492	1299.2	0.689	1488.1	0.959	1640.2	1.425					
313.15	40	745.7	0.408	1088.5	0.600	1333.1	0.893	1525.3	1.289	1678.9	1.943					
313.15	60	761.1	0.462	1111.4	0.720	1360.5	1.123	1555.4	1.676	1710.5	2.583					
313.15	80	774.3	0.524	1130.9	0.853	1383.8	1.383	1581.1	2.129	1737.1	3.373					
313.15	100	786.0	0.595	1148.0	1.002	1404.2	1.675	1603.5	2.656	1761.2	4.353					
333.15	0.1	680.6	0.225	990.5	0.311	1216.5	0.416	1397.5	0.574	1545.6	0.739					
333.15	20	709.3	0.332	1034.7	0.432	1269.8	0.561	1455.3	0.737	1605.3	1.110					
333.15	40	730.3	0.365	1066.2	0.506	1307.5	0.709	1496.6	0.984	1648.2	1.504					
333.15	60	747.1	0.404	1091.1	0.591	1337.3	0.878	1529.4	1.265	1682.6	1.975					
333.15	80	761.4	0.450	1112.0	0.690	1362.3	1.069	1556.9	1.585	1711.6	2.539					
333.15	100	773.8	0.506	1130.3	0.807	1384.0	1.286	1580.9	1.948	1736.9	3.215					
353.15	0.1	691.2	0.304	1009.3	0.369	1240.1	0.442	1355.1	0.465	1501.6	0.576					
353.15	20	714.6	0.338	1044.4	0.437	1281.9	0.577	1422.7	0.579	1570.5	0.871					
353.15	40	733.0	0.372	1071.6	0.511	1314.2	0.724	1468.5	0.774	1618.0	1.174					
353.15	60	748.2	0.405	1094.2	0.591	1340.9	0.878	1504.2	0.996	1655.2	1.522					
353.15	80	761.4	0.440	1113.4	0.678	1363.8	1.037	1533.7	1.240	1686.2	1.923					
353.15	100	761.4	0.440	1113.4	0.678	1363.8	1.037	1559.0	1.506	1712.9	2.387					

Los datos de viscosidad para el fluido diisopropil éter obtenidos experimentalmente se compararon con los datos de la literatura para las referencias ⁸⁻¹³. Las referencias ⁸⁻¹² únicamente ofrecen datos a presión atmosférica (0.1 MPa), mientras que Meng et al.¹³ aportan datos hasta la presión de 21.7 MPa. Los datos de la literatura se han interpolado a fin de obtener valores de presiones iguales a los medidos experimentalmente en este trabajo excepto para Montaña et al.¹⁰, que aporta el valor de viscosidad experimental a 293.15 K para 0.1 MPa. La figura 2 muestra las desviaciones entre los valores experimentales de viscosidad y los interpolados con los datos de la literatura. Para el fluido HFE-7500 únicamente existe una referencia en la literatura², en la cual se aportan las siguientes ecuaciones de cálculo (2) y (3) a fin de poder predecir la viscosidad cinemática.

(2)

$$Z = 10^{(10^{(11.843 - 5.0874 \cdot \log(T))})}$$

a partir de esta expresión la viscosidad cinemática se obtiene empleando la ecuación (3):

(3)

$$\nu = (Z - 0.7) - \exp(-0.7487 - 3.295(Z - 0.7) + 0.6119(z - 0.7)^2 - 0.3193(Z - 0.7)^3)$$

y multiplicando por los valores de densidad se obtiene la viscosidad dinámica, η . En la tabla 2 se muestran los datos de viscosidad dinámica experimentales y los datos de la literatura calculados a partir de las ecuaciones anteriores empleando los valores de densidad experimentales para la obtención del dato de viscosidad dinámica para el fluido HFE-7500. Para las diferentes mezclas binarias no se obtuvieron referencias en la literatura.

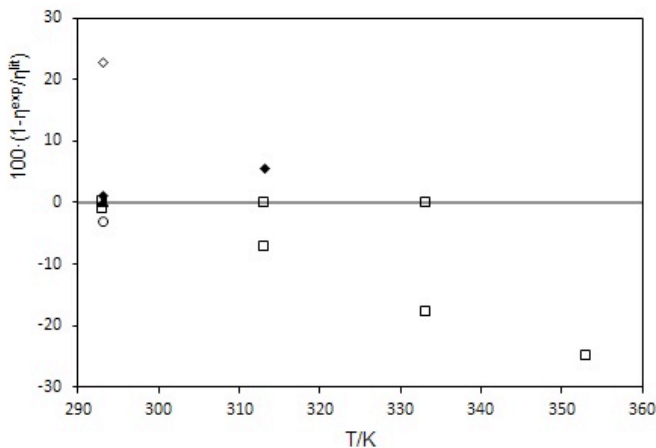
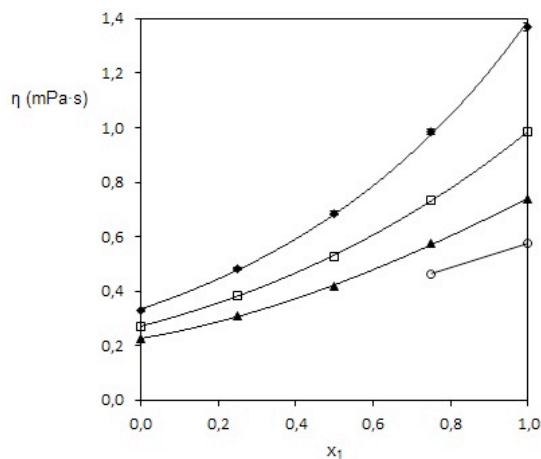


Figura 2. Comparación de los valores de viscosidad dinámica para el compuesto diisopropil éter (DIPE) en función de la temperatura mostrado como desviación $(1 - \eta^{\text{exp}}/\eta^{\text{lit}})$ entre los valores experimentales, η^{exp} y los de la literatura, η^{lit} . (▲) ref. 8, (◇) ref. 9, (◆) ref. 10, (○) ref. 11, (△) ref. 12, y (□) ref. 13.

Tabla 2. Comparación de los valores de viscosidad dinámica, η experimentales y de la literatura² para el fluido HFE-7500 a la presión de 0.1 MPa.

T/K	η (mPa·s)	
	Experimental	Literatura
293.15	1.3693	1.3741
313.15	0.9830	1.0010
333.15	0.7394	0.7601
353.15	0.5758	0.5966

Para todas las mezclas la viscosidad se incrementa según aumenta la presión y según disminuye la temperatura. En el rango de presiones y temperaturas considerado se hace evidente que el valor de viscosidad es mayor para el fluido HFE-7500, observándose un mayor incremento en el valor de la viscosidad con la presión y temperatura para las fracciones molares de la mezcla con mayor proporción de HFE-7500, lo cual puede ser explicado por el incremento en el volumen producido por la mezcla de los dos componentes. En las figuras 3 y 4 se muestran los datos de valores de viscosidad a 0.1 MPa y 100 MPa respectivamente tanto para los compuestos puros como para sus mezclas en el rango de temperaturas considerado. En la figura 3 no se muestran los datos de viscosidad a 353.15 K para el compuesto diisopropil éter y las fracciones molares 0.25 y 0.5 debido a que a esa temperatura y presión tanto el fluido puro como las mezclas se encontrarían en fase vapor como se dijo anteriormente.

**Figura 3.** Valores de viscosidad dinámica a 0.1 MPa para la mezcla HFE-7500 + diisopropil éter en función de la fracción molar. (◆) 293.15 K, (□) 313.15 K, (▲) 333.15 K, y (○) 353.15 K.

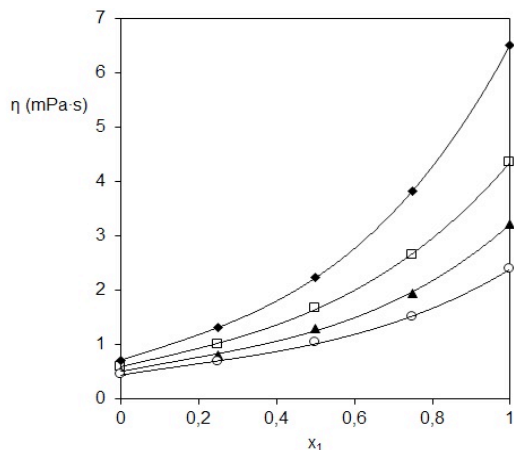


Figura 4. Valores de viscosidad dinámica a 100 MPa para la mezcla HFE-7500 + diisopropil éter en función de la fracción molar. (◆) 293.15 K, (□) 313.15 K, (▲) 333.15 K, y (○) 353.15 K.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este trabajo se aportan 120 medidas experimentales de viscosidad dinámica para el sistema binario HFE-7500 + diisopropil éter, cubriendo el rango de presiones entre 0.1 – 100 MPa y en el rango de temperaturas 293.15 – 353.15 K. A 0.1 MPa la viscosidad se ha medido gracias a un viscosímetro capilar (Ubbelohde) con una incertidumbre en la medida menor al 1%. Para los valores a alta presión se ha empleado un viscosímetro de caída de cuerpo el cual proporciona datos experimentales con una incertidumbre inferior al 2%. La calibración del viscosímetro de caída de cuerpo se ha realizado con dos fluidos de referencia (tolueno y decano) en el rango de presiones y temperaturas investigado. Para el sistema binario, y en función de la composición, la viscosidad muestra un incremento en su valor según se incrementa la presión, y según decrece la temperatura.

5. AGRADECIMIENTOS

N. Muñoz-Rujas agradece el apoyo para esta investigación a la Universidad de Burgos, por la financiación de su beca predoctoral. Este trabajo es parte de la Tesis Doctoral de N. Muñoz-Rujas.

REFERENCIAS

- [1] Tuma, P., Tousignant, L. (2001). Reducing Emissions of PFC Heat Transfer Fluids. SEMI Technical Symposium.
- [2] 3M™ Novec™ Engineered Fluids, http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/3M/Novec/Home. (Última visita : 18/09/2015).
- [3] Goto, M., Inoue, Y., Kawasaki, M., Guschin, A. G., Molina, L. T., Molina, M. J., Wallington, T. J., Hurley, M. D. (2002). Atmospheric Chemistry of HFE-7500 [$n\text{-C}_3\text{F}_7\text{CF}(\text{OC}_2\text{H}_5)\text{CF}(\text{CF}_3)_2$]: Reaction with OH Radicals and Cl Atoms and Atmospheric Fate of $n\text{-C}_3\text{F}_7\text{CF}(\text{OCHO})\text{CF}(\text{CF}_3)_2$ and $n\text{-C}_3\text{F}_7\text{CF}(\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{O})\text{CF}(\text{CF}_3)_2$ Radicals. *Environmental Science and Technology* 36, pp. 2395-2402.

- [4] Daugé, P., Baylaucq, A., Marlin, L., Boned, C. (2001). Development of an Isobaric Transfer Viscometer Operating up to 140 MPa. Application to a Methane + Decane System. *J. Chem. Eng. Data* 46, pp. 823-830.
- [5] Zéberg-Mikkelsen, C. K., Baylaucq, A., Watson, G., Boned, C. (2005). High-Pressure Viscosity Measurements for the Ethanol + Toluene Binary System. *International Journal of Thermophysics* 26 (5), pp. 1289-1302.
- [6] Assael, M. J., Avelino, H. M. T., Dalaouti, N. K., Fareleira, J. M. N. A., Harris, K. R. (2001). Reference Correlation for the Viscosity of Liquid Toluene from 213 to 373 K at Pressures to 250 MPa. *International Journal of Thermophysics* 22(3), pp. 789-799.
- [7] Muñoz, N., Srihayer, A., Montero, E., Aguilar, F. (2015). Isobaric Vapor-liquid Equilibrium of Binary Mixtures HFE-7500 + di-isopropyl Ether. X Iberoamerican Conference on Phase Equilibria and Fluid Properties for Process Design (EQUIFASE 2015).
- [8] Chen, H-W., Tu, Ch-H. (2006). Densities, Viscosities, and Refractive Indices for Binary and Ternary Mixtures of Diisopropyl Ether, Ethanol, and 2,2,4-Trimethylpentane. *Journal of Chemical and Engineering Data* 51, pp. 261-267.
- [9] George, J., Sastry, N. V. (2003). Thermophysical Properties of Binary Mixtures of Methyl Methacrylate + Di-Ethers (Ethyl, Isopropyl, and Butyl) at 298.15 and 308.15 K. *International Journal of Thermophysics* 24 (6), pp. 1697-1719.
- [10] Montaña, D., Guerrero, H., Bandrés, I., López, M. C., Lafuente, C. (2010). Viscosities of Binary Mixtures Containing Isomeric Chlorobutanes and Diisopropylether: Experimental and Predicted Values. *International Journal of Thermophysics* 31, pp. 488-501.
- [11] Peng, I-H., Tu, Ch-H. (2002). Densities and Viscosities of Acetone, Diisopropyl Ether, Ethanol, and Methyl Ethyl Ketone with a Five-Component Hydrocarbon Mixture from 288.15 K to 308.15 K. *Journal of Chemical and Engineering Data* 47, pp. 1457-1461.
- [12] Ye, J-D., Tu, Ch-H. (2005). Densities, Viscosities, and Refractive Indices for Binary and Ternary Mixtures of Diisopropyl Ether, Ethanol, and Methylcyclohexane. *Journal of Chemical and Engineering Data* 50, pp. 1060-1067.
- [13] Meng, X., Wu, J., Liu, Z. (2009). Viscosity and Density Measurements of Diisopropyl Ether and Dibutyl Ether at Different Temperatures and Pressures. *Journal of Chemical and Engineering Data* 54, pp. 2353-2358.

CUARTA SESIÓN

MARTA MÉNDEZ JUEZ

“Algunas claves para la regeneración democrática: transparencia pública, derecho a la información y reutilización de datos”

ÁNGELA HERREJÓN LAGUNILLA

“El arqueomagnetismo como técnica para diferenciar ocupaciones neandertales en palimpsestos paleolíticos”

DAVID GONZÁLEZ PEÑA

“Ensayo de paneles solares híbridos mediante instalación experimental (PVT)”

MARÍA LUISA LÓPEZ MARTÍNEZ

“Asertividad, adaptación personal y niveles de ansiedad y estrés en adolescentes”

PAULA RODRÍGUEZ TORRICO

“Marcos teóricos de aplicación para la compra electrónica de moda”

ALGUNAS CLAVES PARA LA REGENERACIÓN DEMOCRÁTICA: TRANSPARENCIA PÚBLICA, DERECHO A LA INFORMACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE DATOS

MARTA MÉNDEZ JUEZ

Doctora en Ciencia Política y de la Administración

RESUMEN

Toda crisis conlleva un cambio y todo cambio, una oportunidad de éxito. En la actualidad, es necesario que los ciudadanos sientan que son los verdaderos protagonistas de la acción pública y vuelvan a creer en el sistema político. La transparencia pública, como principio vertebrador del Estado de Bienestar, garantiza a la sociedad la información precisa sobre los procesos, los medios y los resultados que rigen la actuación de cualquier poder público, en la prestación del mejor servicio al ciudadano. Tal información, además de ser un recurso esencial en democracia, constituye un elemento estratégico en el Mercado, ya que con ella se facilita el desarrollo de nuevos sectores de actividad económica a partir de su reutilización. Esto conduce hacia un nuevo modelo de Gobernanza caracterizado por las continuas sinergias que se producen entre la Sociedad, el Estado y el Mercado.

Palabras clave: Transparencia, Información, Reutilización, Regeneración, Democracia, Gobernanza.

ABSTRACT

Every crisis involves a change and all change, a chance of success. Nowadays, it is necessary that citizens feel they are the protagonists of public action and they return to believe in the political system. Public transparency, as a guiding principle of the Welfare State, it guarantees to society accurate information about the processes, methods and results governing the actions of any public power, in providing the best service to citizens. This information, as well as being an essential resource for Democracy, is a strategic element in the Market, because it facilitates the development of new sectors of economic activity from reuse. This leads to a new model of Governance characterized by the continuous synergies produced between the Society, the State and the Market.

Keywords: Transparency, Information, Reuse, Regeneration, Democracy, Governance.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la pérdida de credibilidad del sector público como gestor del bienestar ciudadano, la proliferación de nuevas demandas sociales cada vez más complejas, la magnitud del déficit público en los países más avanzados, fenómenos

como la desregulación, flexibilidad y privatización que se expanden con gran rapidez, el veloz desarrollo de la Sociedad Tecnológica y la preocupación por el control y la rendición de cuentas de los ejecutivos, son algunos de los factores que están impulsando la asunción de técnicas nuevas con las que mejorar la gestión de lo público, como la Gobernanza.

A estos retos detectados, se une el descontento o insatisfacción ciudadana por los rendimientos negativos del sistema político o de sus dirigentes ante su incapacidad para resolver problemas sociales básicos. Los últimos barómetros de percepción ciudadana, muestran cómo la política en general, y la clase política en particular, constituyen dos de los cinco problemas básicos para la sociedad. Ello afecta directamente a la legitimidad democrática y a la confianza institucional.

Nada de lo que nos es común, nos debe resultar ajeno. Vivimos un tiempo complejo pero ahora estamos mejor preparados para superar las vicisitudes que tal situación conlleva, tenemos más y mejores recursos para hacerla frente y contamos con la experiencia y el aprendizaje de superar estos y otros retos mayores. La regeneración democrática, analizada desde la apertura institucional es, además de posible, necesaria, pues *“sin información no hay Transparencia, y sin ésta no es posible el control, y sin el control no se puede exigir, y por tanto no hay democracia”*^[1]. Abrir las puertas de lo público puede impulsar, a su vez, el desarrollo del sector Infomediario, por lo que la transparencia, el derecho a la información y la reutilización de datos mejoran, además del sistema político, el sistema económico de un país. La Sociedad, el Estado y el Mercado hoy conectan más que nunca.

2. LA TRANSPARENCIA PÚBLICA COMO PRINCIPIO VERTEBRADOR DEL ESTADO SOCIAL Y DEMOCRÁTICO DE DERECHO

No debe olvidarse que las instituciones públicas tienen como verdadero protagonista al ciudadano, en cuyo nombre y a cuyo beneficio se ejerce el poder público. Hasta fechas recientes, las investigaciones han centrado su atención en el carácter técnico y en la obsesión por la gestión pública instrumental de las organizaciones político-administrativas. Sin embargo, las instituciones se crean para asegurar la vida colectiva de los seres humanos, para regular sus actividades públicas, para estructurar el poder público, en definitiva, para garantizar la cohesión social y el pacto de convivencia pacífica. En este sentido, lo que de verdad importa no es tanto cómo realicen sus funciones tales instituciones, sino que éstas sirvan a los ciudadanos para mejorar su nivel de bienestar.

En la actualidad, una de las prioridades en las agendas de los gobiernos y uno de los elementos que suscita mayor interés mediático, es la transparencia pública. Este concepto tan manido y de latente profusión, pese a no ser reconocido expresamente en el constitucionalismo español, no resulta novedoso en la Historia de las civilizaciones. Autores ilustrados como Jeremy Bentham sostuvieron que la transparencia pública quedaba íntimamente unida a la libertad de expresión y de imprenta de que goza todo ser humano, tal y como quedó reflejado en el artículo 11 de la *Declaración de Derechos del Ciudadano de 1789*.

“La transparencia nos posibilita medir el grado de autoconfianza, madurez, eficacia, buen hacer y proceder de los diversos Estados”^[2]. Puede afirmarse que la transparencia pública es un principio vertebrador del Estado Social y Democrático de Derecho, ineludible para los poderes públicos y necesario para los ciudadanos en la

sociedad, que se manifiesta de muchas formas y desde instancias muy diversas, que debe impregnar la vida diaria de las instituciones y que su principal manifestación se encuentra en el derecho a la información pública, el cual debe ser predicable y ejercitable por cualquier ciudadano.

En el ámbito de la Unión Europea, será la Declaración nº 17 del *Tratado de Maastrich* suscrito en 1992 la que incluya, por vez primera, la transparencia pública en el Ordenamiento Jurídico supraestatal. Posteriormente, los Estados miembros han ido incorporando, directa o indirectamente, la transparencia a sus respectivos ámbitos de actuación, si bien Malta, Chipre y Luxemburgo se han quedado rezagados en este sentido.

En España, aunque esta materia ya ha sido incluida en diferentes normas de forma sectorial y dispersa (sobre todo, en aquellas de índole económica), la entrada en vigor de la *Ley 19/2013, de 9 de diciembre, de Transparencia, Derecho de Acceso a la Información Pública y Buen Gobierno*, ha propiciado el reconocimiento esencial, aunque tardío, a la transparencia pública desde un hecho que nunca una democracia debió desconocer: que la información sobre los asuntos de interés general es propiedad de los ciudadanos, en cuyo nombre y beneficio se ejerce el poder público.

Entendida como principio vertebrador de cualquier Estado de Bienestar, la transparencia pública acerca las instituciones a los ciudadanos y permite que éstos estén informados de lo que hacen, de cómo lo hacen y de para qué realizan sus funciones las organizaciones públicas. La transparencia, como exigencia social de primer orden, conduce hacia una cultura organizativa diferente, caracterizada por la apertura de los procesos, los medios y los resultados del poder público a los ciudadanos.

Por su parte, la Disposición Final 8ª de la aludida Ley deja claro que la materia de transparencia queda circunscrita al ámbito competencial reconocido en el artículo 149 punto primero, apartados primero, décimo tercero y décimo octavo de la *Constitución Española*, donde se enumeran algunas de las competencias exclusivas del Estado. Sin embargo, ello no es óbice para que, según lo dispuesto en el artículo 137 de la *Carta Magna*, las Comunidades Autónomas puedan desarrollar una competencia legislativa propia sobre transparencia pública en su ámbito territorial, siempre y cuando lo hagan conforme a lo dispuesto en la norma estatal.

Prueba de ello es que, hasta el momento, son doce las Comunidades Autónomas ^[3] que han regulado la transparencia pública, cuatro de ellas con carácter previo a la aprobación de la Ley estatal (Galicia, Islas Baleares, Navarra y Extremadura), y ocho de ellas con posterioridad. De éstas ocho últimas, Andalucía, La Rioja, Murcia, Canarias, Cataluña, han ejercido su competencia normativa previamente al registro de la presente Tesis Doctoral, y Castilla y León, Aragón y Valencia con posterioridad.

Otras Comunidades Autónomas tienen muy avanzados sus Proyectos de Ley (como es el caso de Asturias) y otras están trabajando en sus Anteproyectos (como ocurre con Castilla-La Mancha y el País Vasco). Aunque todas siguen, en mayor o menor medida, el contenido de la Ley estatal, conviene poner de manifiesto que algunas introducen aspectos que pueden generar un mapa autonómico trazado a varias velocidades y diferencias importantes en el estatuto jurídico del ciudadano.

La transparencia está presente en el discurso cotidiano de las organizaciones, a modo de responsabilidad compartida por los poderes y servidores públicos que interactúan hacia ella y desde ella. La transparencia del poder público es vista, hoy en

día, más que como un derecho, como un principio universal, rector, vertebrador y exigible a cualquier sistema democrático, pues tanto el Gobierno en todas sus manifestaciones, como todas las Administraciones Públicas, no son poseedores de los bienes que gestionan, sino que ejercen sus cargos en representación de los ciudadanos y gestionan temporalmente los bienes públicos. De ahí la importancia de hacer pública la información, pues evita las malas prácticas y la corruptela de algunos dirigentes y responsables políticos.

Por eso, la transparencia “*no es un derecho subjetivo que se pueda accionar de manera individual, es un principio jurídico esencial para el buen funcionamiento del Estado de Derecho, que trasciende de la individualidad a la colectividad y debe impregnar toda actuación de los poderes públicos que incida en los derechos de los particulares*” [4]. Acceder a todo cuanto obra en las organizaciones públicas puede mejorar la calidad de nuestra democracia, favoreciendo la participación pública de los ciudadanos, la confianza institucional, la responsabilidad política, la interdicción de la arbitrariedad o la cohesión social, además de eliminar un mal endémico que lastra a los países occidentales en la actualidad, cual es la corrupción.

La doctrina [5] sostiene que la transparencia debe orientarse hacia el desarrollo de tres funciones específicas: a) entendida como instrumento, la transparencia debe limitar la corrupción y promover el equilibrio entre poderes; b) entendida como recurso, debe hacer posible que la ciudadanía ejercite su capacidad de influencia en el sistema político; y, c) por último, entendida la transparencia como refuerzo, debe generar bien común frente a los intereses particulares.

Por su parte, la Exposición de Motivos de la propia *Ley 19/2013, de 9 de Diciembre*, recoge los siguientes objetivos que debe cumplir la transparencia y que son los siguientes: a) dar a conocer las acciones de los responsables públicos, cómo manejan los fondos del erario y bajo qué criterios actúan; b) impulsar una sociedad crítica, exigente y participativa; c) crear instituciones más fuertes que favorezcan el crecimiento económico y el desarrollo social; y d) contribuir a la necesaria regeneración democrática o permitir una mejor fiscalización de la actividad pública.

A su vez, la transparencia pública constituye uno de los tres principios fundamentales del denominado Gobierno Abierto, entendiéndolo como tal aquel que entabla una constante conversación con la sociedad con el fin de oír lo que ella dice y solicita, que toma decisiones basadas en sus necesidades y preferencias, que facilita la colaboración de los ciudadanos y de los empleados públicos en el desarrollo de los servicios que presta y que comunica todo lo que decide y hace de forma abierta.

Los orígenes de este modelo se encuentran en el *Memorandum sobre Transparencia y Gobierno Abierto* promulgado el 21 de Enero de 2009 por el Presidente de los Estados Unidos de América, Barack Obama, que es el documento de referencia en la materia y cuyo contenido esencial se sustenta en tres principios básicos, uno de ellos el de transparencia, ya que insta a los gobiernos a facilitar información a los ciudadanos sobre sus tareas, así como sobre su administración y su gestión (rendición de cuentas).

Así, hablar de transparencia y, por tanto, de Gobierno Abierto, supone repensar la Administración Pública y el Gobierno, regenerar la democracia con un cambio integral manifestado desde cuatro vertientes: a) cambio cultural, pues es imprescindible conocer el objetivo que persiguen cada una de las instituciones; b) cambio de procesos, pues dado que los procesos y las estructuras administrativas no fueron diseñados,

en un primer momento, para el servicio al ciudadano, se hace preciso reorganizar esta dimensión organizativa hacia un modelo de trabajo en red; c) cambio organizativo, pues las organizaciones suelen estar diseñadas bajo modelos jerárquicos, sobredimensionados, excesivamente burocratizados y sin atender a criterios de eficacia y simplificación; y d) cambio en las formas de relación, considerando las ventajas tecnológicas.

Para finalizar, en el gráfico siguiente se observa cómo la transparencia es uno de los aspectos que los ciudadanos consideran prioritarios para conseguir unas Administraciones Públicas sostenibles.

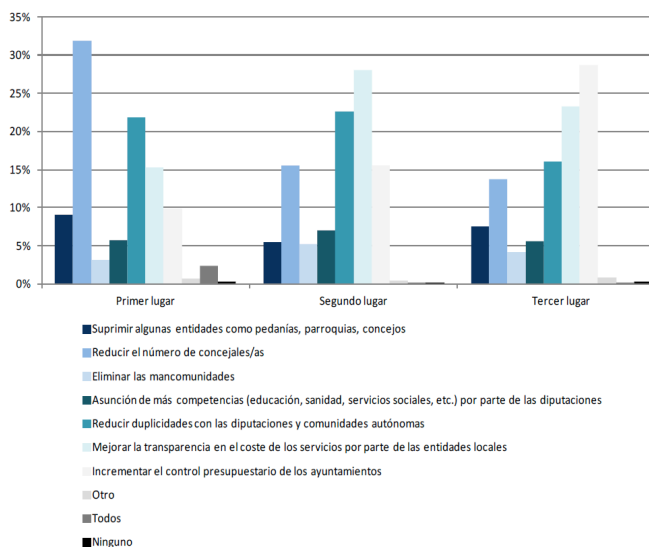


Gráfico 1.- Aspectos prioritarios, según la ciudadanía, para conseguir Administraciones Locales sostenibles (2014)

Fuente: página 108 del Informe por título “Calidad y Sostenibilidad de los Servicios Públicos”, elaborado por la Agencia Estatal de Evaluación de las Políticas Públicas y la Calidad de los Servicios, y publicado en Julio de 2015.

3. LA IMPORTANCIA DEL DERECHO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA EN DEMOCRACIA

Vista la transparencia pública como principio vertebrador del Estado Social y Democrático de Derecho, podemos encontrar en el derecho a la información su principal valedor. La información se ha convertido en la materia prima básica con la que transformar otros productos elaborados. Sin este recurso dinámico que fluye constantemente en todos los ámbitos de la vida, no resulta posible realizar ninguna actividad personal o profesional, siendo para ello necesario obtener datos, poder intercambiarlos y acceder a las fuentes que los custodian. La información es la piedra angular sobre la que se asienta nuestra vida individual y colectiva.

Acceder a la información pública puede mejorar la confianza institucional y la legitimidad democrática. Asociaciones no gubernamentales como *Transparencia*

Internacional, elaboran informes periódicos donde se reflejan las ventajas de hacer pública la información y los resultados comparativos que se están alcanzando con esta práctica.

Pero, ¿qué es información pública? ¿Por qué recursos está constituida? El legislador estatal entiende por información pública “*los contenidos o documentos, cualquiera que sea su formato o soporte, que obren en poder de alguno de los sujetos incluidos en el ámbito de aplicación de la ley, y que hayan sido elaborados o adquiridos en el ejercicio de sus funciones*”^[6].

De este modo, y tal y como ya hiciera la pionera *Ley 27/2006, de 18 de Julio, por la que se regulan los Derechos de Acceso a la Información, de Participación Pública y de Acceso a la Justicia en materia de Medio Ambiente*, esta definición rompe con la tónica habitual hasta el momento, la cual entiende que la información pública es únicamente el propio documento. Ahora el dato puede considerarse el elemento básico de la información pública, y el soporte en que ésta se encuentre y su forma de expresión, sus elementos configuradores.

Al respecto, conviene reseñar que la tendencia actual del legislador europeo lleva no sólo a entender la información pública desde su expresión más amplia, sino también a fomentar su máxima difusión, como ya se refleja en el *Convenio N° 205, del Consejo de Europa sobre el Acceso a los Documentos Públicos* –aún no ratificado por España–. De este modo, puede observarse cómo “*la democracia exige para que pueda funcionar eficazmente transparencia absoluta y, en su servicio, libertad de información, libertad de investigación de la gestión pública, libertad de crítica, derecho de pedir justificaciones al poder y a someterse a éste, en último extremo, a un juicio independiente*”^[7]. Es decir, vemos cómo la transparencia y el derecho a la información pública, son condiciones indispensables para regenerar el sistema político-administrativo.

El ciudadano tiene reconocido en el artículo 20.1.d) de la *Constitución Española*, su derecho a la información y, desde el mismo, las facultades específicas de acceder y de disponer de datos públicos. De este modo, la materialización del referido Derecho fundamental, se ha producido desde dos vías diferentes: bien de forma pasiva, cuando el ciudadano pide a las instituciones que le faciliten datos sobre determinadas materias, o bien de forma activa, cuando la Administración suministra al ciudadano, la información antes de que éste se lo requiera. Ambas modalidades deben ser contempladas por el legislador, si bien, el suministro activo es lo primordial en democracia, pues la transparencia comienza desde las propias instituciones, impregnando la vida de los ciudadanos y fomentando su participación en los asuntos de interés general.

Refiriéndonos al primero de ellos, al derecho pasivo, se trata de un derecho de naturaleza ordinaria, pues es una ley de este carácter quien lo regula. Dicho de otro modo, tal y como puede observarse en el actual sistema de fuentes, el derecho de acceso a la información no es un derecho fundamental sino un derecho administrativo. Tal hecho resulta desconcertante, máxime si se tiene en cuenta que el artículo 42 de la *Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea*, reconoce el derecho de acceso a los documentos como básico, incardinado en el principio de transparencia, al que también hacen mención expresa los Tratados Constitutivos de la Unión Europea.

La primera manifestación jurídica del derecho de acceso a la información pública –y, por otro lado, la de mayor relevancia–, es el artículo 105.b) de la *Constitución*

Española, ya que consagra, por primera vez, el derecho de acceso a la información en su artículo 105.b), de la forma que sigue: una ley regulará “*el acceso de los ciudadanos a los archivos y registros administrativos, salvo en lo que afecte a la seguridad y defensa del Estado, la averiguación de los delitos y la intimidad de las personas*”, en una decidida apuesta hacia la luz de lo público.

Posteriormente, los ya derogados artículos 35 h) y 37 de la *Ley 30/1992, de 26 de Noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común*, enumeraban una serie de derechos ciudadanos en sus relaciones con la Administración Pública, entre los que destacaban: a) conocer, en cualquier momento, el estado de la tramitación de los procedimientos en los que tengan la condición de interesados, y obtener copias de documentos contenidos en ellos; b) obtener información y orientación acerca de los requisitos jurídicos o técnicos que las disposiciones vigentes impongan a los proyectos, actuaciones o solicitudes que se propongan realizar; o c) acceder a los registros y archivos de las Administraciones Públicas.

Finalmente, será la *Ley 19/2013, de 9 de Diciembre, de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Buen Gobierno* la que desarrolle el derecho de acceso ciudadano a la información. La normativa autonómica, por su parte, tan sólo se limitan a transcribir, en sus Ordenamientos Jurídicos, aquello que ya recoge la citada Ley.

Analizando el procedimiento específico que ha establecido el legislador para regular el derecho de acceso a la información pública, puede decirse que dicho procedimiento se inicia con la presentación de la correspondiente solicitud, la cual debe dirigirse al titular del órgano administrativo o entidad que la posea. Cuando se trate de información en posesión de personas físicas o jurídicas que presten servicios públicos o ejerzan potestades administrativas, la solicitud se debe dirigir a la Administración, organismo o entidad a las que se encuentren vinculadas.

La solicitud puede presentarse por cualquier medio que permita tener constancia de: a) la identidad del solicitante; b) la información que se solicita; c) una dirección de contacto, preferentemente electrónica, a efectos de comunicaciones; y d) en su caso, la modalidad que se prefiera para acceder a la información solicitada. Una de las grandes innovaciones que introduce la *Ley de Transparencia* estatal es que el solicitante no está obligado a motivar su solicitud de acceso a la información. Sin embargo, puede exponer en ella los motivos por los que solicita la información para que sean tenidos en cuenta cuando se dicte la resolución. No obstante lo anterior, la ausencia de motivación no es, por sí sola, causa de rechazo de tal solicitud.

Posteriormente, cuando la información objeto de la solicitud, aún obrando en poder del sujeto al que se dirige, haya sido elaborada o generada en su integridad o parte principal por otro, se le remite la solicitud a éste para que decida sobre el acceso.

La resolución en la que se conceda o deniegue el acceso debe notificarse al solicitante y a los terceros afectados que así lo hayan solicitado en el plazo máximo de un mes desde la recepción de la solicitud por el órgano competente para resolver. No obstante, el plazo puede ampliarse por otro mes en el caso de que el volumen o la complejidad de la información que se solicita así lo hagan necesario, previa notificación al solicitante.

En este sentido, deben ser motivadas las resoluciones que denieguen el acceso, las que concedan el acceso parcial o a través de una modalidad distinta a la solicitada

y las que permitan el acceso cuando haya habido oposición de un tercero. Si la mera indicación de la existencia o no de la información supusiera la vulneración de alguno de los límites al acceso, se debe indicar esta circunstancia al desestimarse la solicitud.

Transcurrido el plazo máximo para resolver sin que se haya dictado y notificado resolución expresa, se debe entender desestimada. Para la Administración Pública, el incumplimiento reiterado de la obligación de resolver en plazo tiene la consideración de infracción grave a los efectos de la aplicación a sus responsables del régimen disciplinario.

El acceso a la información debe realizarse, preferentemente, por vía electrónica, salvo cuando no sea posible o el solicitante haya señalado expresamente otro medio. Cuando no pueda darse el acceso en el momento de la notificación de la resolución debe otorgarse, en cualquier caso, en un plazo no superior a diez días. Y si ha existido oposición de tercero, el acceso sólo tiene lugar cuando, habiéndose concedido dicho acceso, haya transcurrido el plazo para interponer recurso contencioso-administrativo sin que se haya formalizado o haya sido resuelto confirmando el derecho a recibir la información. Por otro lado, si la información ya ha sido publicada, la resolución puede limitarse a indicar al solicitante cómo puede acceder a ella.

El acceso a la información debe ser gratuito. No obstante, la expedición de copias o la trasposición de la información a un formato diferente al original, puede dar lugar a la exigencia de exacciones. La *Ley de Transparencia de Andalucía* incorpora un interesante precepto, pues reconoce que debe ser gratuito el examen de la información solicitada en el sitio en que se encuentre, así como la entrega de información por medios electrónicos.

Refiriéndonos a la segunda manifestación del derecho a la información, la transparencia activa, o lo que es lo mismo, el suministro activo de datos, no es sino la obligación institucional de difundir, de forma permanente, periódica y actualizada, aquella información pública más relevante. Lo cierto es que tal manifestación ha constituido una auténtica novedad en el panorama político-administrativo, y supone todo un reto para los decisores públicos, pues de ellos va a depender, en mayor grado, su efectividad.

Sin embargo, *“la mera publicación de datos no garantiza el conocimiento: la posibilidad de disponer de ellos no asegura su tratamiento automático. Sólo cuando los datos en poder de las Administraciones Públicas se ponen a disposición de los ciudadanos para que éstos, de manera sencilla, puedan reutilizarlos, puede hablarse de acceso libre a la información* ^[8]”. Por ello, conviene señalar una serie de principios generales imprescindibles para garantizar la publicidad activa de la información pública, y que se pueden resumir éstos en los siguientes: a) el Principio de Relevancia, en cuya virtud se presume con tal calificativo a toda la información que posean los poderes públicos; b) el Principio de Libre acceso, por el que toda persona puede obtenerla, independientemente de sus circunstancias personales o económicas; c) el Principio de Responsabilidad, mediante el cual los organismos deben ser consecuentes con las actuaciones que realicen para asegurar la correcta disposición de la información; d) el Principio de Reutilización, para facilitar un uso secundario de datos públicos; e) el Principio de Neutralidad y no Discriminación tecnológica, el cual debe hacerse efectiva dicha publicidad, independientemente del medio de acceso a los datos y de la alternativa digital; e) el Principio de Veracidad, mediante el cual la información debe ser cierta, exacta, asegurando que se ha verificado su autenticidad, fiabilidad,

integridad, disponibilidad y cadena de custodia; f) el Principio de Gratuidad, por el que el acceso a la información debe ser gratuito, sin perjuicio de las exacciones para la expedición de copias o soportes; g) el Principio de Seguridad, con el que se asegure la integridad, identidad y confidencialidad de los datos; y h) el Principio de Cooperación, para garantizar la interoperabilidad de los sistemas y las soluciones conjuntas en la difusión de información pública.

El legislador estatal ha establecido tres ámbitos diferentes de suministro activo de datos por parte de las instituciones obligadas: a) la información institucional, organizativa y de planificación; b) la información de relevancia jurídica; y c) la información económica, presupuestaria y estadística. Los legisladores autonómicos, con gran acierto, han ido incrementando el ámbito objetivo de la publicidad activa a otros supuestos diferentes.

Toda libertad conlleva un límite y toda obligación, una justificación. El ejercicio del derecho ciudadano a la información pública no es una tarea sencilla para los poderes públicos, pues cumplir con la obligación de suministro activo y pasivo de datos, implica ponderar otros derechos y libertades individuales de especial protección. Por eso, la transparencia pública activa debe ser facilitadora para el ciudadano y no restrictiva, porque respetando la esfera individual, la dimensión objetiva de la transparencia es infinita y llena de posibilidades a una sociedad ávida de información en todos los ámbitos de decisión públicos y privados.

Apuntado lo anterior, la normativa establece una serie de excepciones al derecho de acceso a la información pública, que pueden englobarse en cuatro grandes grupos: a) las excepciones absolutas, con información en curso de elaboración o de publicación general, que tenga carácter auxiliar o de apoyo, que requiera una acción previa de reelaboración, que se dirija a un órgano no competente o que sea manifiestamente repetitiva o de carácter abusivo; b) las excepciones imperativas, en virtud de las cuales las instituciones denegarán la información relacionada con los datos especialmente protegidos que revelen la ideología, la afiliación sindical, la religión o las creencias, o cuando éstos hagan referencia al origen racial, a la salud y a la vida sexual; c) las excepciones relativas, en virtud de las cuales las instituciones deben ponderar la información; y d) las excepciones discrecionales, ya sean éstas de naturaleza pública o privada. Como puede observarse, los límites son muy genéricos y otorgan amplio margen de maniobra a los poderes públicos para restringir la publicidad activa y pasiva de información.

Por tanto, el derecho a la información pública –ya sea en su vertiente activa o en su vertiente pasiva–, es la pieza fundamental del engranaje político y el elemento vertebrador de nuestra existencia en colectividad. Como principal valedor de la transparencia, ésta favorece la regeneración democrática e impulsa a la participación informada y cualificada del ciudadano en sus instituciones.

4. DE LA REGENERACIÓN DEMOCRÁTICA AL DESARROLLO ECONÓMICO: LA REUTILIZACIÓN DE DATOS DEL SECTOR PÚBLICO

La reutilización de la información generada por la Administración Pública constituye una de las actividades de mayor impacto en nuestros días, ya que es una fuente de primer orden en el desarrollo social y económico de cualquier Estado. Cumpliendo con lo establecido en la *Directiva 2003/98/CE, relativa a la Reutilización de la Información del Sector Público*, la reutilización se define como “el uso de docu-

mentos que obran en poder de las Administraciones y organismos del Sector Público, por personas físicas o jurídicas, con fines comerciales o no comerciales, siempre que dicho uso no constituya una actividad administrativa pública”¹⁹¹.

La Administración Pública realiza una labor de vital importancia en este sentido, ya que es quien crea, recoge, trata, almacena y difunde información a mayor escala en España, la cual tiene gran interés para dos tipos de actores: para las propias entidades públicas, al crear nodos de interoperabilidad administrativa en los que las organizaciones intercambian los datos que poseen y ofrecen así servicios al ciudadano de más calidad; y para las entidades privadas, al optimizar recursos y facilitar la actividad profesional de éstas. Así, la reutilización de la información pública crea valor a los datos recogidos para una finalidad concreta, multiplicando su funcionalidad para la consecución de otros intereses públicos y también privados.

Como recoge el estudio *Measuring European Public Sector Information* (MEPSIR) elaborado en el año 2006, el valor económico del mercado de la reutilización, calculado según la cifra de negocio de las actividades generadas en este ámbito –y a la que se le resta el coste de adquisición de dicha información–, oscila entre los diez mil y los cuarenta y ocho mil millones de euros, lo que origina un valor medio de unos veintisiete mil millones de euros dicho mercado en la Unión Europea. Por resumirlo de alguna manera, el valor que tiene en el mercado comunitario la reutilización de la información pública fluctúa en torno al uno por ciento del total de su Producto Interior Bruto.

En el caso concreto de España, el citado estudio prevé que la reutilización traiga consigo la creación de un nuevo sector productivo basado en dicha finalidad reutilizadora, que puede generar más de dos mil cuatrocientos millones de euros y cuarenta y cinco mil empleos a diez años vista. Estas cifras han sido corroboradas por estudios posteriores de consultorías privadas, las cuales han analizado cómo la información pública es un activo de insuperable valor para cualquier negocio y el motor para la actividad económica de cualquier país avanzado.

Otro estudio elaborado recientemente muestra cómo, al igual que la información pública es reutilizable, lo puede ser también la información privada.

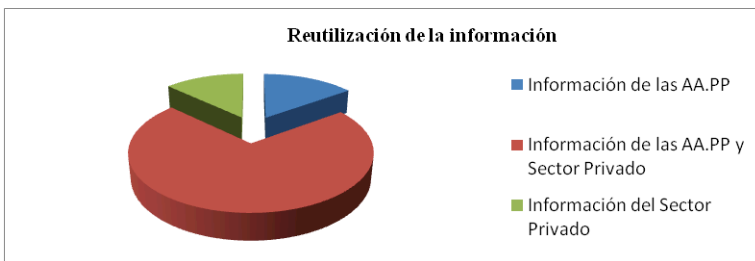


Gráfico 2.- Porcentaje de reutilización de la información pública y de la información privada en España (2014)

Fuente: página 19 del Estudio del Sector Infomediario, elaborado por el Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (ONTSI) en 2014.

Debe advertirse que el enfoque que está dando cada país a la reutilización es muy diferente, pudiendo establecerse dos modelos ideales que subsisten en la actuali-

dad: a) el Modelo estadounidense Open Government y b) el Modelo británico Linked Data. Open Government, centra su atención en la publicación de la mayor cantidad de información pública posible en el menor plazo de tiempo por parte de las instituciones, volcando datos en crudo y sin que sea necesario su tratamiento previo, reduciendo los esfuerzos de éstas para su posterior reutilización. Por lo tanto, los gastos en el tratamiento de los datos no es elevado y por eso la información suele ofrecerse libre de cargas económicas, a gran escala y profusión.

Linked Data se preocupa más por la calidad que por la cantidad de la información pública que se muestra disponible a los ciudadanos y a las empresas. Para ello, en este Modelo se realiza un tratamiento previo de los datos de las organizaciones públicas, que consiga reducir los esfuerzos necesarios para su posterior reutilización.

Son múltiples las opciones que presenta la reutilización de datos para el ciudadano, al igual que son numerosos los beneficios que pueden extraerse de su puesta en práctica. Así, el sector público juega un papel fundamental en la política de reutilización de la información pública, porque son las instituciones políticas –y, en especial, la Administración Pública– quienes más cantidad de datos generan y que son aprovechables para la sociedad. Ello da lugar a la creación de un nuevo sector económico, el sector Infomediario.

La Gobernanza es el *“arte o manera de gobernar que se propone como objetivo el logro de un desarrollo económico, social e institucional duradero, promoviendo un sano equilibrio entre el Estado, la sociedad y el mercado de la economía”* ^[10]. Aplicar prácticas de reutilización de la información pública supone la colaboración continuada de los tres actores en el ámbito público.

Por tanto, la transparencia, el ejercicio del derecho a la información pública y el uso de datos ayudan a la regeneración democrática de un país, *“porque no cabe participación allí donde hay secreto o penumbra, el mismo texto fundamental establece un criterio general, aunque no absoluto, de publicidad de la actuación de los poderes públicos”* ^[11]. Y no sólo eso, sino que incentivan el desarrollo económico de un país y el funcionamiento de un nuevo sector de actividad: el Infomedial.

5. ALGUNAS CONCLUSIONES GENERALES

Primera.- La regeneración democrática supone reconstituir el sistema político de un país para mejorarlo, volver a la esencia de su configuración para evitar las desviaciones, las corruptelas y malas prácticas a que su desarrollo dio lugar. El ciudadano, como verdadero protagonista de la acción pública, exige a los responsables públicos la prestación de los mejores servicios posibles, pero no desde la distancia, sino desde su efectiva participación e implicación en el sistema político-administrativo, exigiendo responsabilidad a los decisores públicos, fiscalizando su actuación y evaluando sus resultados. Regenerar una democracia que nos identifique y de la que nos sintamos protagonistas, es el gran desafío de los Estados en la actualidad, que puede fomentarse desde la transparencia de lo público, pues el mejor de los desinfectantes posibles, es la luz del sol.

Segunda.- Ha llegado el día de ejercer nuestra verdadera función de ciudadanos en democracia, de decidir responsablemente el presente y el futuro de nuestra sociedad a la luz del sol. La apertura institucional es un hecho que nunca una democracia debió desconocer. Sin embargo, aunque lo ha hecho tarde, ha venido para quedarse.

La transparencia, como principio vertebrador del Estado Social y Democrático de Derecho, ilumina el poder público. Exigible y predicable a cualquier institución, la transparencia acerca el hecho político al pueblo, devolviendo en ellos el favor de su confianza prestada, haciendo que las instituciones mantengan vivo su cometido social y que los ciudadanos tengan presente su papel de protagonistas en el sistema político. La transparencia no es una finalidad en sí misma, sino el medio a través de la cual pueden ejercerse otros derechos y garantías sociales.

Tercera.- Sin información, sin este recurso estratégico que fluye constantemente en todos los ámbitos de la vida, no resulta posible realizar ninguna actividad personal o profesional, siendo por ello necesario que el ciudadano pueda obtener datos públicos, pueda intercambiarlos y pueda acceder a las fuentes que los custodian. La transparencia se materializa en el efectivo derecho a la información pública que debe tener cualquier ciudadano, si bien puede ser ésta activo cuando las instituciones ofrecen datos a la sociedad sin requerimiento previo, o bien pasivo cuando los ciudadanos los piden con carácter previo. Tanto el legislador estatal como los legisladores autonómicos en España han ido dotando de contenido jurídico a tal derecho, si bien es preciso seguir realizando avances significativos en la publicidad activa de información, incrementando los ámbitos objetivo y subjetivo de aplicación.

Cuarta.- La posibilidad de que la Sociedad y el Mercado puedan reutilizar la información generada por el sector público, constituye una de las actividades de mayor impacto social y económico en este momento, ya que es una fuente de primer orden en el desarrollo y en el progreso de cualquier Estado. Las instituciones realizan una labor de vital importancia para el desarrollo de la política de reutilización de datos, ya que ellas son quienes crean, recogen, tratan, almacenan y difunden la información a mayor escala en cualquier país. La reutilización de la información pública aporta valor a los datos que son recogidos para una finalidad concreta, multiplicando la funcionalidad de éstos para la consecución de otros intereses públicos y privados. El origen y la evolución de la reutilización de la información generada por el sector público en España, es fruto del esfuerzo de la Unión Europea por expandir este sector de actividad entre los Estados miembros.

Quinta.- La información pública conecta Sociedad, Estado y Mercado, por cuanto del cambio institucional que promueve la apertura de lo público, deriva el cambio económico que promueve la reutilización de datos. Ello lleva a considerar uno de los conceptos clave en la Ciencia Política actual, cual es el de Gobernanza democrática. La manera en que interactúan los diversos agentes sociales, institucionales y económicos, la actuación simultánea y dialéctica de éstos de forma integrada y coordinada, es lo que puede asegurar una correcta transferencia, y posterior transacción, de los activos de la información pública. Tal arte o manera de gobernar que se propone, puede hacer efectivo el desarrollo económico, social e institucional duradero de un territorio, promoviendo un sano equilibrio entre el Estado, la Sociedad y el Mercado. La regeneración democrática es posible gracias a la transparencia pública y, desde ella, los ciudadanos no sólo pueden legitimar el sistema político y confiar en sus instituciones, sino también explorar una nueva vía de actividad económica. Es un gran reto para todos que precisa de una acción conjunta y continuada en el tiempo.

REFERENCIAS

- [1] Pág. 16. Canales Aliende, J. M. (2013). Algunas nuevas reflexiones sobre la Gobernanza. *Deliberación*, 3, pp. 9-19.
- [2] Pág. 263. García-Moreno Rodríguez, F. (2011). La transparencia administrativa: Principio rector, ineludible, del actuar administrativo y garante de los derechos de los administrados. De su aceptable regulación presente a su deseable culminación, siguiendo el paradigma del derecho de acceso a la información en materia medioambiental. En *Fortalecimiento institucional. Transparencia y accountability para un buen gobierno* (pp. 239-264). Santiago de Chile: Universidad de Salamanca y Centro de Estudios Internacionales de la Pontificia Universidad Católica de Chile
- [3] Pág. 39. Alonso Timón, A. J. (2012). El principio de transparencia como elemento vertebrador del Estado Social y Democrático de derecho. *Asamblea*, 27, pp. 27-62.
- [4] *Ley 4/2006, de 30 de Junio, de Transparencia y Buenas Prácticas en la Administración Pública Gallega; *Ley 4/2011, de 31 de Marzo, de Buena Administración y Gobierno de Illes Balears; *Ley 4/2013, de 21 de Mayo, de Gobierno Abierto de Extremadura; *Ley Foral 11/2013, de 21 de Junio, de Transparencia y del Gobierno Abierto de Navarra; *Ley 1/2014, de 24 de Junio, de Transparencia Pública de Andalucía; *Ley 3/2014, de 11 Septiembre, de Transparencia y Buen Gobierno de La Rioja; *Ley 12/2014, de 16 de Diciembre, de Transparencia y Participación de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia; *Ley 12/2014, de 26 de Diciembre, de Transparencia y Acceso a la Información Pública de Canarias; *Ley 19/2014, de 29 de Diciembre, de Transparencia, Acceso a la Información y Buen Gobierno de Cataluña; *Ley de Transparencia y Participación Ciudadana de Castilla y León; *Ley de Transparencia, Buen Gobierno y Participación Ciudadana de la Comunitat Valenciana; y *Ley de Transparencia de la Actividad Pública y Participación Ciudadana de Aragón.
- [5] Pág. 350. Belmonte Martín, I. (2014). La Transparencia, el Buen Gobierno y la Rendición de Cuentas. En José Manuel Canales Aliende y José Juan Sanmartín Pardo (Eds.), *Introducción a la Ciencia Política* (pp. 347-373). Madrid: Editorial Universitas S.A.
- [6] Tal y como se regula en el artículo 13 de la *Ley 19/2013, de 9 de Diciembre, de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Buen Gobierno*. Unida a esta cuestión, Rey Martínez, F. (2014). Quod omnes tangit ab omnibus cognitum esse debet: el derecho de acceso a la información pública como derecho fundamental. *Revista Jurídica de Castilla y León*, 33.
- [7] Pág. 105. García de Enterría Martínez-Carande, E. (1995). *Democracia, Jueces y Control de la Administración*. Madrid: Civitas.
- [8] Pág. 379. Martín Delgado, I. (2014). Transparencia, reutilización y datos abiertos. Algunas reflexiones generales sobre el acceso libre a la información pública. En Julián Valero Torrijos y Manuel Fernández Salmerón (Coord.), *Régimen jurídico de la transparencia del sector público: del Derecho de acceso a la reutilización de la información* (pp. 367-406). Madrid: Aranzadi. En el mismo sentido referido, se manifiestan Ramos Simón, L. F.; Mendo Carmona, C.; y Arquero Avilés, R. (2009). La producción informativa y documental del Estado: hacia un

inventario de los recursos públicos. *Revista Española de Documentación Científica*, 32(1), 2009, pp. 40-59.

- [9] Tal y como se regula en el artículo 3.1 de la *Ley 37/2007, de 16 de Noviembre, de Reutilización de la Información del Sector Público*, así como el *Real Decreto 1495/2011, de 24 de Octubre*, que la desarrolla. Ahonda en este aspecto Cerrillo i Martínez, A. y Galán Galán, A. (Coord.) (2011). *La reutilización de la información del Sector Público*. Granada: Editorial Comares. También Arquero Avilés, R., Del Valle Gastaminza, F., Ramos Simón, L. F., Botezán y Botezán, J., Mendo Carmona, C., Sánchez Jiménez, R., Tejada Artigas, C. M., Cobo Serrano, S. y Sala Jiménez, A. (2011). Reutilización de la información generada en el sector público español. *Revista Española de Documentación Científica*, 34, 427-446.
- [10] Según la Real Academia de la Lengua Española, acuñado por la Real Academia de la Lengua Española, en su sesión de 21 de Diciembre de 2000. Al respecto, Cerrillo i Martínez, A. (2005), *La gobernanza hoy: 10 textos de referencia*. Madrid: Instituto Nacional de Administración Pública.
- [11] Fundamento Jurídico 2º de la Sentencia del Tribunal Supremo 7713/1987, de 1 de Septiembre de 1987.

EL ARQUEOMAGNETISMO COMO TÉCNICA PARA DIFERENCIAR OCUPACIONES NEANDERTALES EN PALIMPSESTOS PALEOLÍTICOS

Á. HERREJÓN LAGUNILLA¹, Á. CARRANCHO², J.J. VILLALAIN¹

¹Dpto. de Física. Universidad de Burgos. Escuela Politécnica Superior,
Campus Río Vena. Burgos

²Área de Prehistoria. Dpto de Ciencias Históricas y Geografía.
Universidad de Burgos. Edificio I+D+I. Burgos

RESUMEN

Las ocupaciones de grupos neandertales en yacimientos del Paleolítico medio peninsular (*ca.* 250 – 40 ka BP) con frecuencia se caracterizan por contener densas acumulaciones de material lítico o faunístico en torno a estructuras de combustión u hogares. Estas acumulaciones se conocen en la literatura arqueológica como palimpsestos. Están tan densamente estratificadas que es muy difícil determinar si corresponden a una o más ocupaciones e incluso, estimar si son temporalmente distintas o no. Las últimas investigaciones geoarqueológicas se centran en aislar e incluso temporalizar las distintas ocupaciones que conforman estas secuencias considerando los hogares como unidad analítica básica. Presentamos los resultados preliminares obtenidos de aplicar análisis arqueomagnéticos sobre varios hogares de la unidad X (~ 55 ka BP) del yacimiento de El Salt (Alcoy, Alicante). Aunque el Arqueomagnetismo es una disciplina con larga tradición en las Ciencias de la Tierra, su aplicación a la Arqueología paleolítica apenas está explorada. El objetivo es presentar la potencialidad y los límites del método para la disección temporal de palimpsestos mediante el estudio del registro magnético de hogares prehistóricos.

Las premisas básicas sobre las que se fundamenta la disciplina son: (i) el campo magnético terrestre (CMT) experimenta variaciones direccionales de pocos grados ($\pm 20^\circ$ respecto al norte actual) que bajo determinadas condiciones pueden quedar registradas en materiales arqueológicos; (ii) un material quemado a alta temperatura puede registrar la dirección del CMT durante su enfriamiento mediante la adquisición de una termoremanencia (TRM). Un fuego prehistórico, por tanto, puede haber registrado una dirección puntual del CMT; (iii) para obtener esta dirección puntual del CMT en el pasado, es imprescindible que el material se preserve “*in situ*”.

Nuestra hipótesis de trabajo se basa en que si las direcciones arqueomagnéticas obtenidas en varios hogares de la misma paleosuperficie arqueológica son distintas o estadísticamente distinguibles, muy probablemente los hogares son diacrónicos. Explicaremos el proceso de recogida de muestras, su orientación magnética y submuestreo, donde la precisión es fundamental. Conocer el tipo de mineral ferromagnético presente en los materiales, su concentración y tamaño de grano es importante para evaluar la estabilidad de la señal paleomagnética. Los resultados preliminares mues-

tran que el principal mineral portador de la remanencia en los hogares estudiados es magnetita, lo que indica que se realizaron en una atmósfera esencialmente reductora. La mayoría de diagramas de desmagnetización de la magnetización remanente natural obtenidos en los tres hogares se caracterizan por presentar una componente paleomagnética de alta intensidad, estable y de polaridad normal. Esto sugiere que estos materiales son registros eficientes del CMT en el pasado. Se obtuvieron tres direcciones medias diferentes aunque con una elipse de confianza () alto. Actualmente se están procesando muestras adicionales para refinar la estadística. Aunque preliminares, estos resultados muestran un gran potencial para identificar diacronías en ocupaciones prehistóricas asociadas a estructuras de combustión.

Palabras clave: Arqueomagnetismo, palimpsestos, Paleolítico medio, neandertal.

ABSTRACT

Neanderthal occupations from peninsular Middle Palaeolithic sites (*ca.* 250-40 ky BP) often contain dense accumulations of lithic and faunal remains around combustion structures or hearths. These accumulations are known as *palimpsests* in the archaeological literature. They are so densely stratified that it is very difficult to distinguish whether they correspond to one or more occupations and even, if they are temporally different. Recent geoarchaeological researches focus on isolating and temporalize different occupations considering hearths as single analytical units. We report preliminary results from archaeomagnetic analyses applied to some hearths from El Salt unit X (Alcoy, Alicante) [~55 ky BP]. Although Archaeomagnetism is a discipline with long tradition in Earth Sciences, its application to the Palaeolithic Archaeology is barely explored. The main objective is to show the potential and limits of the method for temporal palimpsests' dissection through the study of the magnetic record of prehistoric hearths.

The basic premises of the discipline are: (i) the Earth's magnetic field (EMF) undergoes subtle directional changes ($\pm 20^\circ$ from present-day North) at regional scale which under certain conditions may be recorded by archaeological materials; (ii) Any material burnt at high temperature may record the EMF direction at the time of cooling through a thermoremanence (TRM) Therefore, a prehistoric hearth may have recorded an isolated (snapshot) direction of EMT; (iii) to obtain this EMF direction in the past, materials must be preserved *in situ*.

Our hypothesis is based on whether archaeomagnetic directions obtained from several hearths from the same archaeological paleosurface are different or statistically distinguishable, most likely these hearths are diachronic. We explain the process of sampling, magnetic orientation and subsampling, in which accuracy is critical. Knowing the type of ferromagnetic mineral in the materials, its concentration and grain-size is important to assess the stability of palaeomagnetic signal. Preliminary results show that remanence is mainly carried by magnetite, indicating that the hearths were performed in an essentially reducing atmosphere. Most demagnetization diagrams of the natural remanent magnetization from the three studied hearths display a high-intensity, stable and normal polarity palaeomagnetic component. This suggests that these materials are suitable recorders of the EMF in the past. Three different mean directions were obtained. Currently, additional samples are processed to refine the statistic. Although preliminary,

these results show great potential to identify diachronies among prehistoric occupations associated to combustion structures.

Keywords: Archaeomagnetism, palimpsests, Middle Palaeolithic, neanderthal.

1. INTRODUCCIÓN

La extinción de los neandertales sigue siendo uno de los grandes interrogantes de la Evolución Humana. La península ibérica es uno de los reductos de los últimos neandertales, siendo ésta un punto clave en el estudio de su desaparición. En ocasiones, las ocupaciones neandertales del Paleolítico medio peninsular (*ca.* 250-40 ka BP) aparecen en forma de palimpsestos: secuencias estratigráficas caracterizadas por una gran acumulación de restos arqueológicos asociados a estructuras de combustión (hogares) que muchas veces se solapan o entremezclan. Están tan densamente estratificadas que es muy difícil determinar si corresponden a una o más ocupaciones e incluso, estimar si son temporalmente distintas o no. Por este motivo, su disección es una tarea compleja. Incluso con un trabajo de campo muy exhaustivo, la diferenciación temporal de las ocupaciones no siempre es posible. El Arqueomagnetismo puede contribuir en este aspecto, aportando un método de distinción de diacronías dentro de un mismo nivel o una misma paleosuperficie como se explica a continuación.

Presentamos aquí el caso de estudio de la unidad X del yacimiento de El Salt (Alcoy, España) [Fig. 1] para mostrar la potencialidad y los límites de la metodología. Las ocupaciones del Paleolítico medio de este yacimiento están datadas entre inicio del MIS3 y *ca.* 45 ka [1]. Cuenta con un riquísimo registro de hogares, restos líticos y faunísticos y entre los materiales recuperados se incluyen restos dentales asignados a *Homo neanderthalensis* [2].



Figura 1. Localización y dos vistas del yacimiento de El Salt (Alcoy, España).
[A partir de imágenes de: C.M. Hernández, B. Galván, C. Mallo]

2. FUNDAMENTOS E HIPÓTESIS

Aunque en el ámbito arqueológico el Arqueomagnetismo es principalmente conocido por ser un método de datación, es una técnica muy versátil con diversas aplicaciones como la que exponemos aquí. El Arqueomagnetismo se fundamenta en

dos principios básicos. El primero se conoce como *Variación Secular* (VS), un fenómeno que experimenta el campo magnético terrestre (CMT) en escalas de 10^2 - 10^3 años y donde se producen ligeras variaciones direccionales del norte magnético ($\pm 20^\circ$ respecto al norte para latitudes medias). La VS tiene carácter regional, es decir, es reproducible en regiones comprendidas en un radio máximo de entre 600 – 900 km. El segundo principio reside en la capacidad que tienen los minerales ferromagnéticos (óxidos de hierro) presentes en materiales arqueológicos quemados a alta temperatura ($> 500 - 600^\circ\text{C}$), de registrar la dirección y/o intensidad del CMT existente en el momento de la combustión y posterior enfriamiento. Este proceso se conoce con el nombre de magnetización remanente térmica o termoremanencia (TRM).

Un requisito fundamental para obtener determinaciones fiables del CMT en el pasado es que la estructura de combustión arqueológica se preserve *in situ*. Es decir, que no haya experimentado procesos post-deposicionales severos que hayan podido distorsionar la dirección originalmente registrada. Desde el punto de vista arqueológico, el problema en los palimpsestos paleolíticos reside en diferenciar a cuántas ocupaciones corresponden los hogares existentes en una paleosuperficie y determinar si son temporalmente diferentes o no.

El punto de partida sobre el que se basa nuestra propuesta es considerar cada hogar como unidad analítica básica (un hogar representa un evento ocupacional de combustión). Nuestra hipótesis de trabajo se basa en que si las direcciones arqueomagnéticas obtenidas en varios hogares de la misma superficie arqueológica son distintas o estadísticamente distinguibles, muy probablemente los hogares son diacrónicos. Esta información es muy valiosa para los arqueólogos pues permite cuantificar empíricamente diferentes eventos de ocupación e incluso temporalizarlos, algo totalmente novedoso desde el punto de vista metodológico.

3. OBJETIVOS

El objetivo principal de esta contribución es presentar la potencialidad y los límites del método arqueomagnético para la diferenciación temporal de ocupaciones prehistóricas en palimpsestos del Paleolítico medio, tomando los hogares como referencia.

Los objetivos específicos del estudio son: (i) evaluar la idoneidad de las distintas facies que componen los hogares de El Salt para obtener datos arqueomagnéticos; (ii) aislar la componente primaria de la magnetización (magnetización remanente característica, ChRM), la cual estaría asociada a un último evento de combustión y habría registrado la dirección del CMT durante el enfriamiento; (iii) obtener la dirección arqueomagnética media de cada hogar y comparar las direcciones medias de los hogares entre sí para observar si son o no estadísticamente distinguibles. Eso sería un indicio claro de posibles diacronías entre esos hogares del mismo nivel.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Se recogieron seis bloques de mano orientados con una brújula magnética, procedentes de tres hogares de la unidad X de El Salt: H34 (subnivel Xa), H50 y H55 (subnivel Xb). Estos hogares están compuestos en la base por una facies de color muy oscuro rica en materia orgánica (*black layer*, BL), que representa el sustrato original sobre el que se realizó la combustión. Sobre ella directamente se observa una facies de ceniza de color blanco y/o gris que representaría el último residuo de la combustión a

altas temperaturas. Del hogar H34 se recogieron dos bloques de black layer; del H50 uno de ceniza y otro de black layer y del H55 dos bloques con ceniza a techo y black layer en la base.

El muestreo comienza con la excavación de los hogares dejando pequeños molinillos de sedimento (10 x 10 x 10 cm), similares a los que se aíslan para análisis de micromorfología de suelos [Fig. 2a]. El plano superior de cada bloque, con evidencias de termoalteración, es recubierto con escayola, con el fin de generar un plano horizontal que permita referenciar el azimuth magnético [Fig. 2b y 2c]. La precisión en la orientación es de extrema importancia para los análisis direccionales. Ya en el laboratorio, se procede al submuestreo de los bloques de mano, para obtener especímenes cúbicos de $\sim 10 \text{ cm}^3$ aproximadamente. De las muestras cortadas, se seleccionaron 60 especímenes que tuviesen el mayor porcentaje de matriz arqueológica posible.

Los análisis de laboratorio comprendieron la desmagnetización térmica de la magnetización remanente natural (NRM) en 17-22 pasos hasta $600\text{-}680^\circ\text{C}$, usando un horno de doble cámara *ASC Scientific TD-48 Thermal Specimen Demagnetizer*. La medida de la magnetización se realizó con un magnetómetro criogénico 2G SQUID (nivel de ruido $5 \times 10^{-12} \text{ Am}^2$). En 40 especímenes representativos de ambas litologías se midió la susceptibilidad magnética inicial a temperatura ambiente con un puente de susceptibilidad *KLY-4S Kappabridge* (nivel de ruido $3 \times 10^{-8} \text{ S.I.}$), así como en el proceso de desmagnetización térmica con el fin de evaluar posibles alteraciones mineralógicas. Con el fin de caracterizar la mineralogía ferromagnética de los materiales y estado de dominio se midieron diversos experimentos del magnetismo de las rocas con una Balanza de Traslación del campo magnético variable. Éstos comprendieron curvas de la magnetización remanente isoterma (IRM), ciclos de histéresis ($\pm 1\text{T}$), curvas de backfield y curvas termomagnéticas (magnetización vs. temperatura) hasta 700°C en aire. Todos los análisis fueron realizados en el laboratorio de Paleomagnetismo de la Universidad de Burgos.



Figura 2. Proceso de muestreo de bloques de mano orientados.
[2a y 2b: C. Mallol, B. Galván, C.M. Hernández]

5. RESULTADOS

5.1. Magnetismo de las rocas.

Los valores de la NRM de todas las muestras estudiadas oscilan entre 2.44×10^{-4} y 3.64×10^{-6} A/m, aunque se aprecia variabilidad en función del tipo de facies estudiada. Los valores más elevados corresponden a las cenizas (entre 2.44×10^{-4} y 3.17×10^{-5} A/m) frente a las facies carbonosas o black layer (entre 6.42×10^{-5} y 6.92×10^{-6} A/m). Esto es indicativo de que la concentración de minerales ferromagnéticos es mayor en las facies más quemadas. Es interesante que ciertas muestras procedentes de bloques con mezcla de ambas facies presentan valores intermedios (entre 7.68×10^{-5} y 3.64×10^{-6} A/m).

Los valores de susceptibilidad magnética muestran una variabilidad por facies siguiendo un patrón similar al obtenido en la NRM. Las cenizas oscilan entre 3.21 y 1.64×10^{-3} S.I. mientras que las facies carbonosas varían entre 1.30 y 0.17×10^{-3} S.I. Las muestras de bloques con mezcla de ambas facies exhiben valores intermedios en ese orden de magnitud (1.31 y 0.44×10^{-3} S.I.). En general los valores más altos en ambos parámetros magnéticos indicativos de una mayor concentración mineral, se obtienen en las facies más quemadas.

Un parámetro interesante en relación con la eficiencia con la que se registra la magnetización es el índice de Koenigsberger o Q_n ratio. Se ha calculado el Q_n ratio [$NRM / \chi * H$], que evalúa la relación entre la magnetización remanente y la magnetización inducida, donde χ es la susceptibilidad magnética y H , la intensidad local del campo magnético actual. En la Fig. 3 se representan los valores del Q_n ratio para cada hogar estudiado y se aprecia cómo la mayoría de especímenes muestran valores por encima de 1. Aunque no son valores particularmente elevados, son un indicio de que la magnetización es de origen térmico.

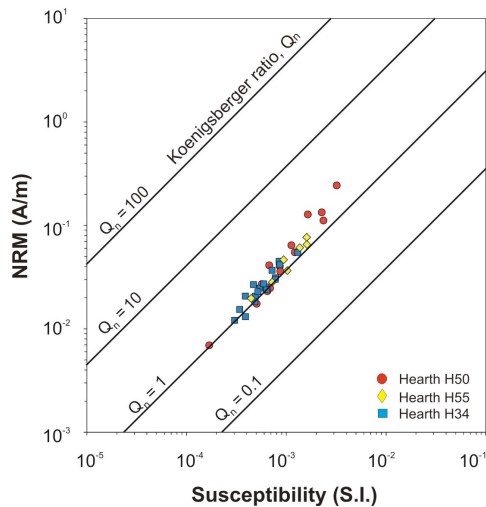


Figura 3. Distribución de valores de la magnetización remanente natural (NRM) vs. susceptibilidad magnética mostrando isóneas del índice de Koenigsberger (Q_n ratio) para cada hogar estudiado

Los experimentos preliminares del magnetismo de las rocas realizados indican que el principal mineral portador de la magnetización es magnetita. La curva de adquisición progresiva de IRM [Fig. 4a] realizada sobre una muestra de ceniza del hogar H50 indica que la remanencia está dominada por un mineral de baja coercitividad prácticamente saturado en torno a 150 – 200 mT. Su respectiva curva termomagnética [Fig 4b] confirma que se trata de magnetita, con un temperatura de Curie de en torno a 585 °C. Resulta llamativa la alta reversibilidad (coincidencia) entre los ciclos de calentamiento y enfriamiento de esta curva, lo que indica que tiene una alta estabilidad térmica.

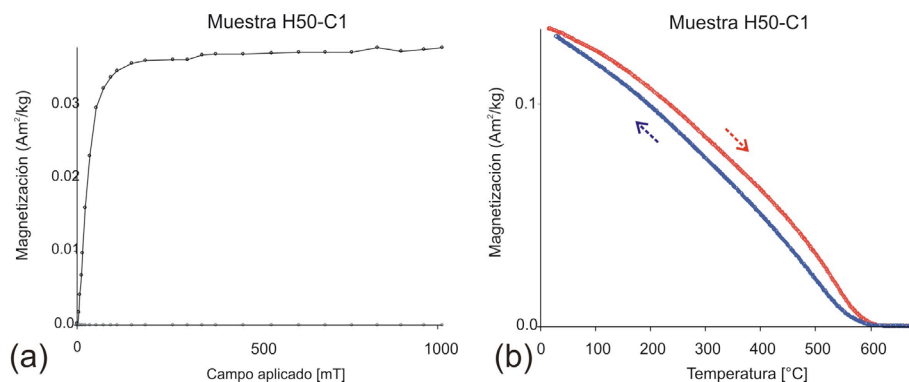


Figura 4. (a) Curva de adquisición progresiva de IRM y (b) curva termomagnética de una muestra de ceniza del hogar H50.

5.2. Direcciones arqueomagnéticas.

En general se ha observado un comportamiento similar y reproducible en la mayoría de las muestras. Tras eliminar una componente paleomagnética secundaria de baja temperatura (NRM – 250/300 °C) muy probablemente de origen viscoso, se define univectorialmente la componente primaria o característica (ChRM) entre 300 y 600 °C, de alta intensidad y polaridad normal [Fig. 5a-d]. Para el cálculo de las direcciones arqueomagnéticas se consideraron 49 especímenes con diagramas univectoriales y estables. Se excluyeron aquellos especímenes que presentaban direcciones anómalas, diagramas inestables y bajas intensidades de magnetización. Las direcciones arqueomagnéticas medias y su estadística asociada [3] se recogen en la Tabla 1 y aparecen representadas en la Fig.6.

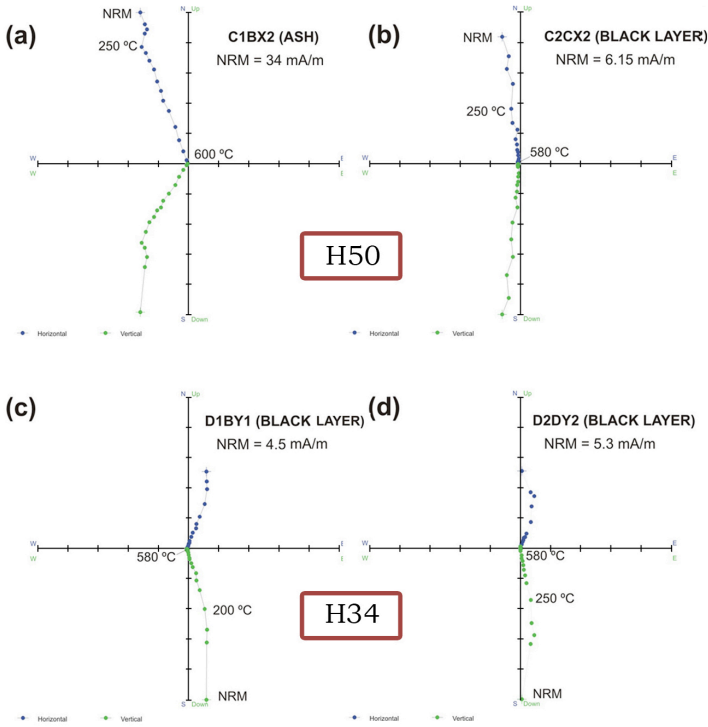


Figura 5. Algunos diagramas de Zijdervelt representativos: (a) ceniza de H50, (b) facies carbonosa de H50, (c) y (d) facies Carbonosa de H34.

Tabla 1. Direcciones arqueomagnéticas medias y estadística asociada. N / N' = (número de especímenes considerados para el cálculo de la ChRM / número de especímenes procesados); Dec = declinación; Inc = inclinación; k y α_{95} = parámetro de precisión y elipse de confianza donde se engloba la dirección media al 95 % de probabilidad.

HOGAR	N / N'	Dec (°).	Inc (°).	k	alfa95 (°)
H34	14/18	8.6	56.3	82.21	4.4
H50	14/20	344.6	42.6	22.24	7.5
H55	17/22	1.7	49.6	28.32	6.8

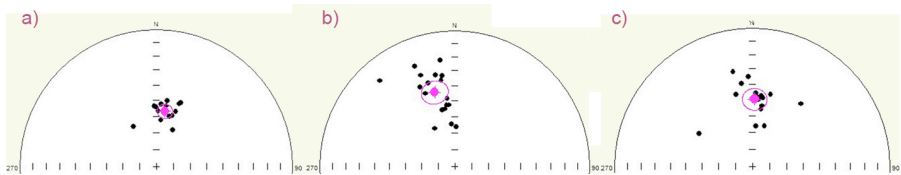


Figura 6. Estereogramas representando las direcciones características de cada espécimen (negro) por hogares y la dirección media con su respectivo α_{95} (rosa) de cada hogar: a) H34, b) H50, c) H55.

6. DISCUSIÓN

Los diagramas de desmagnetización de la NRM obtenidos en la mayoría de especímenes estudiados indican que los hogares de la unidad X de El Salt registraron de forma estable y eficiente la dirección del CMT en el momento del último calentamiento y posterior enfriamiento. Aún no tenemos datos concluyentes para determinar si el mecanismo de registro de la magnetización es de origen térmico. No obstante, las altas intensidades de la magnetización, la presencia mayoritaria de diagramas de desmagnetización univectoriales y con direcciones reproducibles entre sí y haber obtenido valores del Q_n ratio > 1 apuntan a una magnetización de origen térmico.

Atendiendo a la distribución espacial de los especímenes del hogar H50 en el estereograma de la Fig. 6b, se distinguen dos poblaciones diferenciadas que corresponden a cenizas y facies carbonosa, respectivamente. Aunque la declinación no es muy diferente, las cenizas muestran una inclinación más baja que la facies carbonosa. Esto puede ser el resultado de algún tipo de proceso de alteración mecánica del sedimento por efecto de la compactación, bioturbación u otro proceso sin/post-deposicional que hubiese afectado específicamente a las cenizas. En cierto modo esto no es muy extraño ya que en contextos prehistóricos con registros de hogares, la ceniza es uno de los elementos más volátiles. En cualquier caso, los resultados arqueomagnéticos del hogar H50 sugieren que las cenizas experimentaron, por la razón que fuese, algún tipo de reorganización mecánica que distorsionó ligeramente su registro de la dirección del CMT. Análisis adicionales de las muestras recogidas en la campaña del 2015 permitirán estudiar esto más en profundidad.

Las otras dos direcciones medias obtenidas en los hogares H34 y H55 son bastante similares y entran dentro del rango de dispersión direccional esperado para la Variación Secular en latitudes medias como la península ibérica. Además, su estadística es muy aceptable con elipses de confianza ($\alpha 95$) inferiores a 5° en uno de los casos. Tal y como se aprecia en el estereograma de la Fig. 7, ninguna de las direcciones medias obtenidas en cada hogar está contenida dentro del $\alpha 95$ de las otras, por lo que son estadísticamente distinguibles. Este resultado indica que el registro del CMT en estos hogares se realizó en tres momentos temporalmente distintos, siendo por lo tanto diacrónicos.

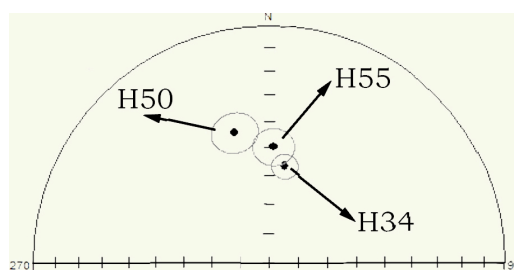


Figura 7. Comparación de las direcciones arqueomagnéticas medias de los tres hogares estudiados. Se representa la dirección media y el $\alpha 95$.

Estos resultados representan una aplicación muy novedosa del Arqueomagnetismo a yacimientos arqueológicos prehistóricos y con un enorme potencial para la disección temporal de ocupaciones en palimpsestos paleolíticos. Desde el punto de

vista metodológico esta técnica aporta una resolución en la individualización de ocupaciones y su temporalización en términos de diacronía, que no alcanzan otras técnicas. En palimpsestos paleolíticos donde la interpretación de las ocupaciones humanas es especialmente compleja, poder determinar diferencias temporales entre estructuras de combustión supone un paso cualitativo en la investigación.

Es importante explicar también que el método tiene sus limitaciones. No estamos hablando de datación arqueomagnética ya que ésta sólo es posible en áreas geográficas donde previamente se cuente con curvas de Variación Secular. Si bien es cierto que se han hecho notables avances al respecto especialmente en Europa (ej.: [4], [5], [6], [7], [8]), donde ya existe una curva de VS que abarca hasta el Neolítico [9], aquí hablamos de materiales de hace 55 ka BP. No existe ningún registro de VS que llegue a estas cronologías tan antiguas y quizás es algo que no se logre nunca porque se requiere de materiales portadores de termoremanencias en secuencias continuas e independientemente bien datados por otras técnicas. La aplicación aquí presentada se basa en la comparación directa de direcciones arqueomagnéticas correspondientes a hogares de una misma superficie. Identificar direcciones distintas (dentro del rango de dispersión de VS) indica diacronía pero si las direcciones obtenidas son muy parecidas (estadísticamente indiferenciables) no necesariamente implica sincronía. Por lo que sabemos de registros de VS para los últimos 2-3 milenios en latitudes medias (ej.: [5]), la declinación magnética ha variado en un rango de dispersión de unos $\pm 20^\circ$ respecto al norte actual y la inclinación entre 40° y 65° de forma caótica, sin un patrón definido y sobre todo, con tasas de variación no constantes. Es precisamente por esto por lo que la comparación de las direcciones medias obtenidas en una paleosuperficie no puede interpretarse directamente en términos de duración. Se pueden obtener dos direcciones prácticamente idénticas y no necesariamente representar un mismo momento temporal. La VS en su deriva define bucles donde tramos de la curva se solapan y se repiten direcciones, pero que pueden representar una dirección previa. Incluso obteniendo la mejor estadística posible (direcciones medias solapadas dentro de sus respectivos círculos de confianza), la resolución temporal no sería inferior a varias décadas [10]. En cualquier caso el mérito de la técnica en lo referente a individualizar eventos de ocupación y estimar si diacronías es enorme para el grado de resolución interpretativa con el que se cuenta actualmente.

7. CONCLUSIONES

Se ha presentado una aplicación novedosa del Arqueomagnetismo como técnica para diseccionar palimpsestos paleolíticos con registros de fuego. Esta técnica permite distinguir diacronías entre estructuras de combustión presentes en una misma paleosuperficie y que en apariencia son contemporáneas. Esta precisión no se consigue con otras técnicas.

Los resultados obtenidos indican que los hogares estudiados del nivel X de El Salt registraron de forma eficiente la dirección del campo magnético terrestre y son materiales adecuados para aplicar la técnica arqueomagnética como herramienta de disección de palimpsestos. Se ha detectado un registro diferencial de la dirección del campo magnético en las facies de ceniza frente a la facies carbonosa subyacente en unos de los hogares (H50). Suponemos que se debe a algún tipo de proceso post-deposicional que ha removilizado las cenizas, aunque esta hipótesis será evaluada con aná-

lisis adicionales. Las tres estructuras de combustión estudiadas muestran direcciones arqueomagnéticas medias estadísticamente distinguibles, indicando que son diacrónicas. Estos datos son preliminares pues se están procesando las muestras recogidas en la campaña del 2015 con el fin de refinar la estadística y determinar con más fiabilidad las direcciones medias. Esta aplicación metodológica no consiste en datar mediante Arqueomagnetismo pues no existe curva patrón de VS para estas cronologías. Más bien se trata de cuantificar ocupaciones a partir del estudio del registro magnético en hogares e identificar diacronías en su realización, lo que constituye un salto cualitativo en el estudio de palimpsestos.

8. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a todo el equipo de excavación de El Salt por su gran ayuda en el trabajo de campo, y en especial a sus directores. No podemos olvidarnos de agradecer a J.A. Espinosa su ayuda en el muestreo. Este proyecto ha sido financiado por los proyectos del MINECO CGL2012-38481 y CGL2012-32149.

REFERENCIAS

- [1] Galván, B., Hernández, C.M., Mallol, C., Mercier, N., Sistiaga, A., Soler, V. (2014). New evidence of early Neanderthal disappearance in the Iberian Peninsula. *Journal of Human Evolution* 75, pp.16-27.
- [2] Garralda, M.D., Galván, B., Hernández, C.H., Mallol, C., Gómez, J.A., Maureille, B. (2014). Neanderthals from El Salt (Alcoy, Spain) in the context of the latest Middle Palaeolithic populations from the southeast of the Iberian Peninsula. *Journal of Human Evolution* 75, pp. 1-15.
- [3] Fisher, R.A. (1953). Dispersion on a sphere. *Proceedings, Royal Society of London A* 217, pp.295-305.
- [4] Gallet, Y., Genevey, A., Le Goff, M. (2002). Three millennia of directional variation of the Earth's magnetic field in western Europe as revealed by archaeological artefacts. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 131, pp. 81-89.
- [5] Gómez Paccard, M., Chauvin, A., Lanos, P., McIntosh, G., Osete, M.L., Cantanzariti, G., Ruiz-Martínez, V.C., Núñez, J.I. (2006). First archaeomagnetic secular variation curve for the Iberian Peninsula: Comparison with other data from western Europe and with global geomagnetic field models. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 7 (12).
- [6] Zananiri, I., Batt, C.M., Lanos, Ph., Tarling, D.H., Linford, P. (2007). Archaeomagnetic secular variation in the UK during the past 4000 years and its application to archaeomagnetic dating. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 160, pp.97-107.
- [7] Pavón-Carrasco, F., Osete, M.L., Torta, J.M., Gaya-Piqué, L.R. (2009). A regional archeomagnetic model for Europe for the last 3000 years, SCHA. DIF.3K: Applications to archeomagnetic dating. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 10 (3).
- [8] Kovacheva, M., Boyadziev, Y., Kostadinova-Avramoa, K., Jordanova, N., Donadini, F. (2009). Updated archeomagnetic data set of the past 8 millennia from the Sofia laboratory, Bulgaria. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 10 (5)

- [9] Carrancho, Á., Villalaín, J.J., Pavón-Carrasco, F.J., Osete, M.L., Straus, L.G., Vergès, J.M., Carretero, J.M., Angelucci, D.E., González Morales, M.R., Arsuaga, J.L., Bermúdez de Castro, J.M., Carbonell, E. (2013). First directional European paleosecular variation curve for the Neolithic based on archaeomagnetic data. *Earth and Planetary Science Letters* 380, pp.124-137.
- [10] Eighmy, J.L and Hathaway, J.H. (1987). Contemporary archaeomagnetic results and the accuracy of archaeomagnetic dates. *Geoarchaeology* 2(1), pp. 49-61.

ENSAYO DE PANELES SOLARES HÍBRIDOS MEDIANTE INSTALACIÓN EXPERIMENTAL (PVT)

DAVID GONZÁLEZ PEÑA¹, CRISTINA ALONSO TRISTÁN¹, MONTSERRAT DíEZ MEDIAVILLA¹

¹*Grupo de Investigación SWIFT. Escuela Politécnica Superior de Burgos.
Universidad de Burgos. davidgp@ubu.es*

RESUMEN

En el presente trabajo se describe la instalación para el ensayo de prototipos de paneles solares híbridos (PVT). Esta instalación permite medir la producción tanto térmica como fotovoltaica de diferentes prototipos pudiendo variar los parámetros más influyentes en el rendimiento del panel PVT, como son el caudal de fluido circulante, la temperatura de impulsión y la inclinación del panel. Con ello es posible testar los diferentes prototipos ante diferentes condiciones de funcionamiento, para validar y cuantificar la eficiencia de la tecnología híbrida.

Palabras clave: Paneles Solares híbridos, PVT, Ensayo de Prototipos, Energía Solar.

ABSTRACT

In this paper a testing facility for hybrid solar panels prototypes is described. This testing facility allows measurement of both thermal and photovoltaic production of different prototypes, and it is possible vary the most influential parameters on the performance of PVT panel, such as fluid flow, flow temperature and panel till. This makes possible to test different prototypes at different operating conditions and being able to validate and quantify the efficiency of the hybrid technology.

Keywords: Hybrid Solar Panels, PVT, Prototypes testing, Solar Energy.

1. INTRODUCCIÓN

Las necesidades energéticas de la sociedad actual aumentan continuamente. Es por ello que se debe hacer un mayor esfuerzo en buscar nuevos recursos capaces de satisfacer, de manera sostenible, una demanda energética creciente [1]. Las energías renovables son los recursos más apropiados para ello y por tanto constituyen la mejor alternativa al modelo energético actual basado en combustibles fósiles.

El rendimiento de la tecnología fotovoltaica es relativamente bajo, por lo que para conseguir cubrir pequeñas demandas energéticas es necesario instalar paneles en una gran superficie. Este bajo rendimiento, que suele oscilar entre el 10-20 %, dependiendo de la tecnología empleada, se ve perjudicado por el sobrecalentamiento que sufren las células debido a la incidencia de la radiación solar [2].

Hasta la aparición de la tecnología híbrida, la energía solar se aprovechaba de dos formas, producción de electricidad con paneles fotovoltaicos (PV) o producción de calor con paneles solares térmicos. En la Figura 1 se muestra un esquema de todas las tecnologías solares existentes hasta la fecha.

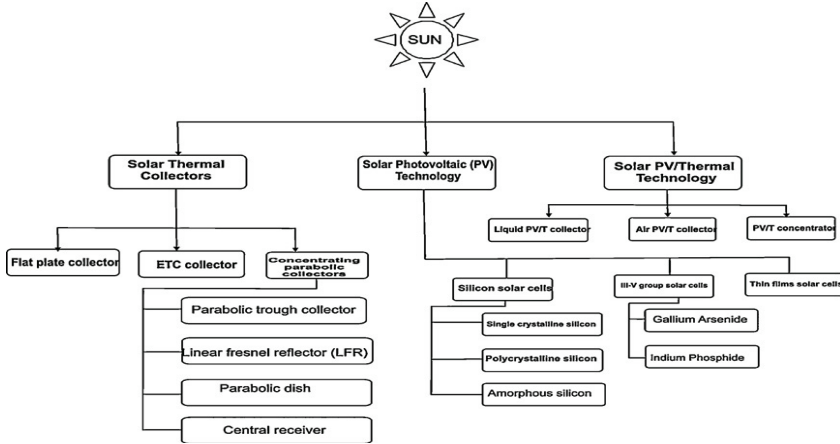


Figura 1. Clasificación de los diferentes colectores solares. [3]

La tecnología solar híbrida térmica y fotovoltaica PVT consigue la producción simultánea de calor y energía térmica a partir de la radiación solar. Además de conseguir una eficiencia energética superior al sumar la de las dos tecnologías, la ventaja fundamental del sistema frente a la producción energética mediante sistemas fotovoltaicos y térmicos separados, se encuentra en la reducción del espacio físico requerido así como la posibilidad del uso de estructuras de soporte estándares.

En la bibliografía es posible encontrar diferentes diseños de PVT los cuales principalmente se diferencian en el tipo de fluido utilizado o la disposición del mismo respecto al panel PV [4-7]. Otra tipología destacada dentro de la tecnología PVT es la de concentración solar [8], que si bien incrementa la producción térmica ve penalizada la producción eléctrica debido al incremento de temperatura de funcionamiento que produce.

Al tratarse de una tecnología reciente, la mayor parte de los diseños innovadores se encuentran en la etapa de diseño conceptual, y por tanto, es necesaria la fabricación y ensayo de prototipos para poder contrastar los rendimientos teóricos calculados. Para ello es necesario disponer de una instalación que permita el testeo ante condiciones reales de los diferentes prototipos.

2. INSTALACIONES DE PRUEBA PARA PVT: ESTADO DEL ARTE

Previamente al diseño de la instalación se ha realizado una revisión bibliográfica de las diferentes instalaciones de ensayo de prototipos que otros autores utilizan para la caracterización de paneles PVT.

La mayor parte de los autores utilizan una instalación en la que simplemente el calor absorbido en el PVT se almacena en un tanque acumulador de agua [9-15].

En la figura 2 se describe el esquema general utilizado por los diferentes autores. Para poder dar una mayor temperatura al calor disponible se coloca de forma paralela un calentador auxiliar eléctrico o de gas.

Para la energía eléctrica se opta por colocar pequeñas instalaciones aisladas o bien, si el número de paneles es elevado, conectada a red mediante un inversor. Todas ellas cuentan con elementos de regulación y baterías de almacenamiento eléctrico.

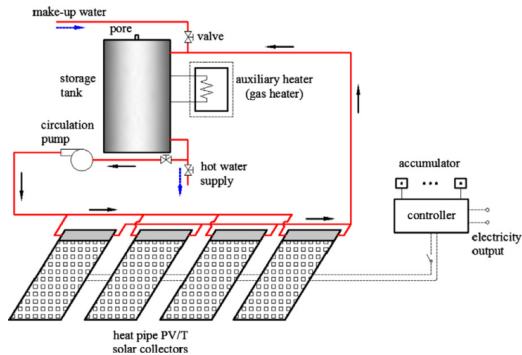


Figura 2. Esquema instalación para prueba de PVT. [10]

Un denominador común observado en todas estas instalaciones es la ausencia de dispositivos que permita trabajar con temperaturas de fluido por debajo de la temperatura ambiente. La instalación de estos dispositivos permite realizar ensayos con rangos de temperaturas más amplios, e incluso simular condiciones de alta radiación y muy bajas temperatura de fluido.

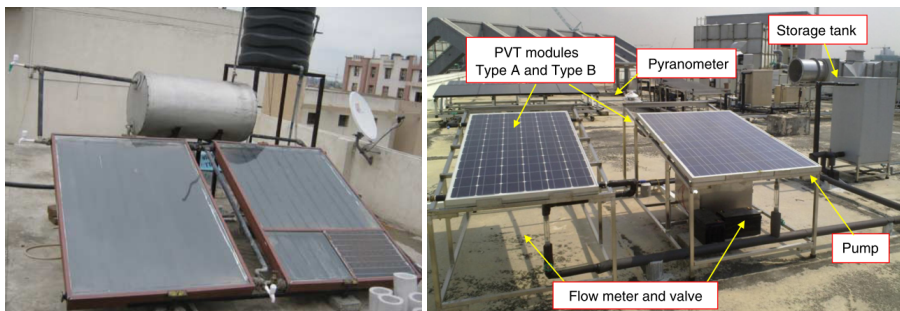


Figura 3. Instalaciones en funcionamiento. [14, 15]

3. INSTALACIÓN DE ENSAYO PARA PANELES PVT DEL GRUPO

En la actualidad el grupo de Investigación SWIFT de la Universidad de Burgos cuenta con una instalación diseñada y construida para el ensayo de prototipos que permite realizar pruebas ante diferentes condiciones de funcionamiento a lo largo de todo el año de manera continuada.

El emplazamiento escogido para la instalación experimental se encuentra en Astudillo, Palencia. Mediante un acuerdo con la empresa CIDESOL S.L que ha permitido la construcción de la instalación en sus instalaciones, donde cuentan con una instalación solar fotovoltaica de 900 kW en funcionamiento (Figura 4) colocados sobre mesas soporte orientadas al sur y con regulación en inclinación manual. (Figura 5).



Figura 4. Instalación CIDESOL S.L. **Figura 5.** Estructura soporte de paneles.

Otro de los aspectos que se han tenido en cuenta a la hora de escoger el emplazamiento ha sido la climatología, ya que se trata de un parámetro fundamental. Astudillo cuenta con una variabilidad de radiación solar y temperatura que nos permite caracterizar situaciones tanto calurosas como otras más propias de inviernos relativamente fríos. En las figuras 6 y 7 podemos observar las distribuciones de temperatura y radiación media para un año tipo.

En la parcela donde se ha colocado la instalación se dispone tanto de agua como de suministro eléctrico necesario para la instalación, así como de personal de mantenimiento que verificará el buen funcionamiento.

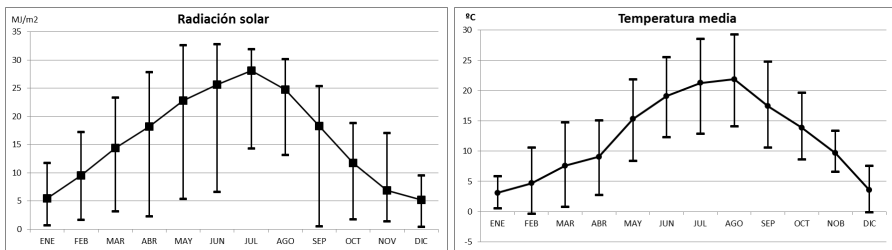


Figura 6. Temperatura media mensual. **Figura 7.** Radiación solar.

El grupo SWIFT también cuenta en la parcela con una instalación climatológica que caracteriza diferentes valores de radiación solar, temperatura ambiente, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento y pluviometría, que serán útiles a la hora de obtener rendimientos en los paneles PVT.

3.1. Parámetros de diseño para la instalación

Para el diseño de la instalación se han tenido en cuenta una serie de aspectos que permiten realizar estudios de paneles PVT en diferentes condiciones de funcionamiento real con amplios rangos de medida. Para ello, la instalación de pruebas cuenta con elementos que permiten modificar las condiciones de ensayo según las necesidades. Las diferentes características planteadas en el diseño se especifican a continuación:

- Temperatura constante del fluido a la entrada del panel: Para ello es necesario disipar toda la energía que se capta a través del panel PVT.
- Rango de temperaturas: Se trata de disponer de un amplio rango de temperaturas del fluido en la entrada al panel. Se pretende incluso poder hacer pruebas por debajo de la temperatura ambiente.
- Caudal variable: El flujo que hacemos circular por el panel es uno de los parámetros que se pretende variar en los diferentes escenarios. Es por tanto imprescindible que la instalación permita variar el caudal bombeado. Con ello se pretende conseguir variar la temperatura del fluido y del panel.
- Autónomo: el control de los diferentes elementos de la instalación deber ser de forma automática.
- Registro de datos: Para poder comprobar los resultados la instalación debe contar con diferentes sensores que permitan medir diferentes parámetros. Además se contará con un datalogger que será el dispositivo encargado de medir y almacenar los datos de los diferentes sensores.
- Medidas a lo largo de todo el año: Teniendo en cuenta la localización se debe utilizar un fluido anticongelante ya que la temperatura baja por debajo de 0°C varios días al año.

3.2. Descripción de la instalación hidráulica

El circuito hidráulico principal está formado por el panel PVT, el depósito de inercia y la bomba. Todos estos elementos están dispuestos en serie tal y como se aprecia en el esquema de la figura 8. El punto de entrada en el panel está colocado en la parte inferior y la salida en la parte superior para favorecer la absorción de calor del panel PVT.

Posteriormente el circuito hidráulico conduce el fluido térmico hasta la parte superior del depósito de inercia. La entrada en este caso es por la parte superior para favorecer una estratificación de temperaturas dentro del depósito, situándose en la parte inferior el fluido más frío. La salida del caudal se realiza por la conexión inferior del lateral. Después, el fluido frío es conducido hasta la bomba, la cual se ocupa de hacer circular el caudal que necesitamos directamente hacia el panel.

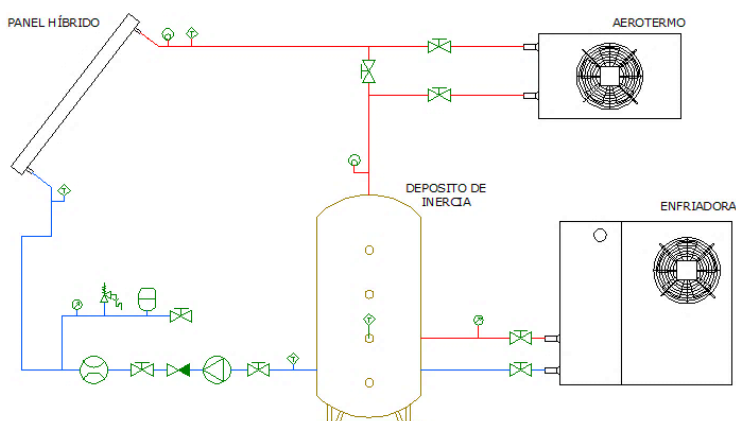


Figura 8. Esquema hidráulico de la instalación

Paralelamente a este circuito se dispone de un bypass que permite la circulación del fluido térmico por el aerotermo colocado justo antes de la entrada al depósito de inercia. El paso del fluido por el aerotermo se puede activar mediante dos válvulas, aunque principalmente se hará trabajar de este modo para la disipación del calor hacia el ambiente. Sólo se anulará el paso por el aerotermo en el caso de que queramos acumular el calor en el depósito y ver el comportamiento del prototipo a altas temperaturas.

Para poder realizar un enfriamiento del fluido por debajo de la temperatura ambiente se ha dispuesto en la instalación una unidad enfriadora de agua de 5kW. Este elemento se conecta al depósito de inercia de forma directa, captando el fluido frío de la parte media del depósito y retornándola por la parte inferior. Con este dispositivo podemos trabajar con fluido hasta 6°C.

En la figura 9 podemos observar un imagen de la instalación donde se aprecian los diferentes elementos mencionados. Otro aspecto que se puede apreciar es la disposición de dos paneles, uno PV estándar y otro PVT con las mismas características eléctricas, mediante el cual se puede comparar el funcionamiento de ambos paneles.



Figura 9. Instalación de ensayo de paneles PVT

3.2.1. Medida del rendimiento térmico del panel PVT

El rendimiento térmico del dispositivo se calcula mediante los parámetros de temperaturas de entrada y salida del fluido en el panel PVT así como el caudal circulante por el mismo. Para poder calcular este rendimiento mediante estos parámetros se debe mantener constante la presión del circuito para que el calor específico del fluido sea únicamente dependiente de la temperatura, lo que se consigue gracias al vaso de expansión. Las temperaturas de fluido se registran mediante sondas PT-1000 tanto a la entrada como a la salida del panel PVT. El caudal se mide mediante un caudalímetro de vórtice que se ha colocado antes de la bomba. El rango de medida de este dispositivo es de 1,1-15l/min, que es mayor que el rango de caudal bombeado. El modelo instalado es LIQUI-VIEW lite FLP08-L1PA del fabricante OVAL. Este dispositivo tiene una precisión de 0,4408ml por pulso.



Figura 10. Sonda PT1000. Figura 11. Caudalímetro.

3.3. Descripción de la instalación eléctrica

Mediante el circuito hidráulico descrito anteriormente podemos analizar el rendimiento térmico del panel híbrido PVT. Para poder determinar la producción eléctrica del panel existen diversas técnicas. Una de ellas es mediante una máquina trazadora de curvas para paneles fotovoltaicos. Si bien es un método muy fiable y exacto, el coste de estos dispositivos es elevado. Una forma económica de caracterizar el rendimiento eléctrico del panel es mediante una pequeña instalación alimentada con la producción fotovoltaica aislada conectada a cada panel.

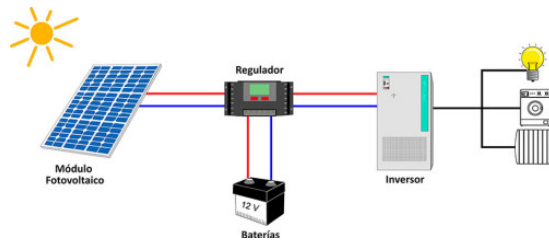


Figura 12. Esquema Sistema PV aislado.

Este tipo de instalaciones cuentan con al menos un panel PV que se encarga de generar la energía eléctrica, un regulador que gestiona el flujo energético entre la batería y la carga en función de las necesidades, una batería para el almacenamiento de la energía no consumida y una carga como elemento consumidor de energía. Para hacerla más simple y económica se prescinde del elemento inversor ya que la carga colocada es de corriente continua.

El elemento principal de la instalación es el regulador. Existen numerosos reguladores en el mercado, pero sin duda los de mejor eficiencia son aquellos con tecnología MPPT [16]. Esta tecnología hace un seguimiento ultra rápido del Punto de Máxima Potencia, pudiendo controlar el voltaje y la corriente de salida del panel para obtener la mayor energía posible. Esto nos permite asegurar que en todo momento se está absorbiendo la mayor potencia del panel.

En la elección de los diferentes componentes se ha tenido en cuenta los parámetros eléctricos del panel fotovoltaico suministrados por el fabricante (V_{oc} , V_{mp} , I_{sc} , I_{mp} y P_{max}). Debido a que esta tecnología incrementa la eficiencia del panel, es necesario que los parámetros del regulador sean ligeramente superiores a los nominales del panel PV estándar. En este caso se optó por el modelo BLUESOLAR MPPT 75/50 del fabricante VICTRON ENERGY (Figura 13).

Para el dimensionado de la batería se debe considerar que su capacidad sea suficiente para almacenar la energía generada de, al menos, un día completo. El voltaje debe ser el mismo que el de la carga ya que ésta va conectada directamente a la batería. Es por ello que en este caso se ha colocado una batería del tipo AGM de 12V con una capacidad de 95Ah (Figura 14).

Como elemento de consumo se han colocado focos LED de 60W (Figura 15). El funcionamiento de este elemento es controlado por el regulador de carga de batería, para evitar que estas cargas produzcan una descarga excesiva de la batería y conseguir así alargar la vida de la misma.



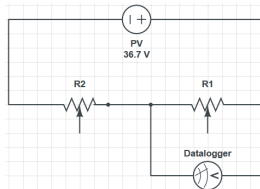
Figura 13. Regulador PV. Figura 14. Batería. Figura 15. Foco LED (carga).

Como se ha mencionado anteriormente esta instalación está duplicada para poder comparar el funcionamiento de un panel PVT con el de un panel PV estándar.

3.3.1. Medida de la producción eléctrica

El rendimiento eléctrico de ambos paneles se determina mediante dos parámetros: la tensión y corriente del panel. Con ello podemos obtener la potencia instantánea generada. Para la media de la tensión del panel PVT se ha usado indirectamente el propio datalogger. Debido a la limitación de tensión del datalogger de $\pm 5V$, que es considerablemente inferior a la tensión de salida de los módulos fotovoltaicos de 36,7V, se tuvo que implementar un circuito auxiliar. Mediante dos potenciómetros se reduce la tensión de forma proporcional.

En concreto, la misión de este circuito auxiliar es la de reducir de forma proporcional la tensión del panel para que esté dentro del rango de medida. Se decidió colocar dos potenciómetros en serie permitiendo ajustes en función de la tensión de los diferentes prototipos de paneles PVT. En la Figura 16 se muestra el esquema del circuito auxiliar diseñado. La relación entre ambas resistencias se determina en las ecuaciones siguientes:



$$V_{\text{datalogger}} = 5V = R_1 * \frac{V_{\text{pv}}}{R_1 + R_2} \tag{1}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{V_{\text{pv}}}{V_{\text{datalogger}}} - 1 \tag{2}$$

Figura 16. Esquema del circuito auxiliar para la medida de la tensión del panel.

Para evitar que los potenciómetros colocados se quemen y generen un error en la medida final, la corriente circulante por el circuito auxiliar se ha limitado a 0,5mA.

Con esta corriente se obtienen un error inferior a 2,5mW. Mediante la expresión 3 podemos calcular el valor mínimo de R1 para que se cumpla esta limitación. En concreto se han colocado un potenciómetro fijado a 10 kΩ y otro a 70 kΩ.

$$R_1 = \frac{V_{pv}}{\left(\frac{V_{pv}}{V_{datalogger}} - 1\right) \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}A} \quad (3)$$

$$R_2 = \left(\frac{V_{pv}}{V_{datalogger}} - 1\right) \cdot R_1 \quad (4)$$

La medida de la corriente se realiza mediante unos transductores de efecto Hall. Este sensor proporciona una salida en tensión que varía linealmente con la corriente que circula por el conductor. Existen varios tipos y formas de estos sensores. En este caso se optó por la colocación de los transductores HAS 50-S del fabricante LEM. La principal ventaja que presentan es la facilidad de montaje, ya que simplemente hace falta pasar el conductor por el orificio con el que cuenta sin la necesidad de realizar conexiones intermedias. Este elemento dispone de un rango de medida de hasta 50 A.

3.4. Elementos de control y registro de datos

La misión principal de toda instalación de ensayo y medida es la de disponer de registros suficientes para poder determinar y evaluar el funcionamiento del dispositivo ensayado ante diferentes parámetros climatológicos cambiantes a largo de un año. En la instalación propuesta la medida y registro de los diferentes parámetros, así como del control de los sensores se lleva a cabo mediante un datalogger CR1000 de la compañía Campbell Scientific. Este dispositivo cuenta con hasta 16 entradas de voltaje y 2 de pulsos. Las medidas se registran en tablas clasificadas por meses con intervalos de registro de 10 min y otra serie de tablas con registros horarios.

Otro elemento fundamental de la instalación es el control lógico. Mediante este elemento se puede garantizar el funcionamiento autónomo de la instalación. Para esta labor se ha colocado un módulo lógico PLC LOGO! 24RC del fabricante SIEMENS. Mediante este dispositivo se controla la puesta en funcionamiento de la bomba, el aerotermo y la enfriadora en función de los rangos de temperatura a ensayar que establezcamos. En la figura 17 se observa el control y los relés que activan el control de los diferentes elementos de la instalación.

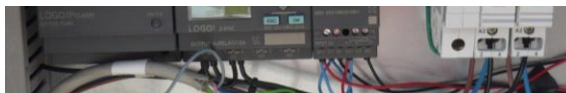


Figura 17. Control lógico programable.

4. CONCLUSIONES

Se ha diseñado y construido una instalación de ensayo y medida para prototipos de paneles solares híbridos en exterior. Esta instalación permite caracterizar independientemente el rendimiento eléctrico y térmico del panel así como la medida de otros parámetros de funcionamiento del dispositivo, como por ejemplo, temperaturas

superficiales del panel. El diseño se ha automatizado para permitir el funcionamiento de modo autónomo durante largos periodos de ensayo.

El sistema está dotado de una enfriadora para realizar ensayos con temperaturas del fluido térmico circulante por el panel de hasta 6°C en la entrada, lo que permite, en muchas ocasiones, trabajar con temperaturas inferiores a la ambiental.

Es posible comparar el funcionamiento eléctrico del prototipo frente a otro panel fotovoltaico de las mismas características, cuantificando el incremento en el rendimiento obtenido.

Mediante la prueba de los diferentes prototipos en la instalación experimental es posible comprobar los valores obtenidos mediante las simulaciones con ordenador, además de poder optimizar tanto el diseño como los rangos de funcionamiento del dispositivo.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado con la financiación presupuestaria del proyecto de investigación autonómico BU358A12-2 y el proyecto de investigación nacional de fondos FEDER ENE201454601-R.

REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Industria, E.y.T., “*Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER) 2011-2020*”.
- [2] Skoplaki, E. and J.A. Palyvos, “*On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: A review of efficiency/power correlations*”, *Solar Energy*, 2009, 83(5): p. 614-624.
- [3] Tyagi, V.V., S.C. Kaushik, and S.K. Tyagi, “*Advancement in solar photovoltaic/thermal (PV/T) hybrid collector technology*”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2012, 16(3): p. 1383-1398.
- [4] Charalambous, P.G., et al., “*Photovoltaic thermal (PV/T) collectors: A review*”, *Applied Thermal Engineering*, 2007, 27(2-3): p. 275-286.
- [5] Ibrahim, A., et al., “*Recent advances in flat plate photovoltaic/thermal (PV/T) solar collectors*”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2011, 15(1): p. 352-365.
- [6] Zhang, X., et al., “*Review of R&D progress and practical application of the solar photovoltaic/thermal (PV/T) technologies*”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2012, 16(1): p. 599-617.
- [7] Zondag, H.A., “*Flat-plate PV-Thermal collectors and systems: A review*”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2008, 12(4): p. 891-959.
- [8] Calise, F., A. Palombo, and L. Vanoli, “*A finite-volume model of a parabolic trough photovoltaic/thermal collector: Energetic and exergetic analyses*”, *Energy*, 2012, 46(1): p. 283-294.
- [9] He, W., Y. Zhang, and J. Ji, “*Comparative experiment study on photovoltaic and thermal solar system under natural circulation of water*”, *Applied Thermal Engineering*, 2011, 31(16): p. 3369-3376.

-
- [10] Gang, P., et al., “*Annual analysis of heat pipe PV/T systems for domestic hot water and electricity production*”, Energy Conversion and Management, 2012, 56: p. 8-21.
- [11] Kim, J.H. and J.T. Kim, “*Comparison of electrical and thermal performances of glazed and unglazed PVT collectors*”, International Journal of Photoenergy, 2012, 2012.
- [12] Bai, Y., et al., “*Experimental and numerical study of a directly PV-assisted domestic hot water system*”, Solar Energy, 2011, 85(9): p. 1979-1991.
- [13] Bhattarai, S., et al., “*Simulation and model validation of sheet and tube type photovoltaic thermal solar system and conventional solar collecting system in transient states*”, Solar Energy Materials and Solar Cells, 2012, 103: p. 184-193.
- [14] Dubey, S. and A.A.O. Tay, “*Testing of two different types of photovoltaic-thermal (PVT) modules with heat flow pattern under tropical climatic conditions*”, Energy for Sustainable Development, 2013, 17(1): p. 1-12.
- [15] Kumar, S., et al., “*Thermal modelling of a hybrid photovoltaic thermal water heater in parallel configuration*”, International Journal of Sustainable Energy, 2013, 32(5): p. 277-295.
- [16] Eltawil, M.A. and Z. Zhao, “*MPPT techniques for photovoltaic applications*”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2013, 25: p. 793-813.

ASERTIVIDAD, ADAPTACIÓN PERSONAL Y NIVELES DE ANSIEDAD Y ESTRÉS EN ADOLESCENTES

M^a LUISA LÓPEZ MARTÍNEZ

Psicóloga especialista en Psicología Clínica, Grupo ALBOR-COHS

RESUMEN

La adolescencia es una etapa de la vida de gran notabilidad en el desarrollo de la persona, sin delimitación temporal precisa, y que sucede de forma cambiante según las peculiaridades de cada joven, grupo de referencia y cultura en la que se desenvuelve. No obstante, podemos afirmar que los factores y variables implicados en el adecuado desarrollo personal en este periodo vital, han de ser y son múltiples y variados. En este trabajo se estudia la relación existente entre: el mantenimiento de actitudes y valores asertivos en las interacciones sociales, y los niveles de ansiedad, estrés y adaptación social con los/as compañeros/as, el centro escolar y con uno/a mismo/a, todo ello en una muestra de 142 adolescentes, de ambos sexos, de un Colegio de Bilbao. Los resultados del análisis indican que a niveles de asertividad elevados, tanto en auto-asertividad como en hetero-asertividad, se observan mayores niveles de adaptación personal y con compañeros; así como niveles más bajos de ansiedad y estrés, aumentando los indicadores de ansiedad y estrés en los estilos de interacción social "Pasivo" y "Agresivo". A su vez, los resultados muestran la inexistente relación entre los niveles de asertividad y la adaptación al centro escolar. Estas evidencias presentan importantes implicaciones educativas, dado que evidencia la trascendencia del entrenamiento específico en habilidades asertivas en el ámbito académico como factor protector de trastornos de ansiedad e inadaptación.

Palabras clave: Adolescencia, asertividad, adaptación, ansiedad y estrés

ABSTRACT

Adolescence is a critical period of great importance in the development of people with no exact chronological limits and elapses variably according to individual characteristics and the reference group. The factors and variables involved in the proper personal development at this stage of life are multiple. This paper analyzes the relationship between: maintaining assertive attitudes and values in social interactions, and levels of anxiety, stress and social adaptation with peers, the school and oneself, all in a sample of 142 adolescents of both gender from a school in Bilbao. Self Assertive Behavior Report (ADCA-1) was used to assess the level of assertiveness. Magellan Anxiety and Stress Scales (EMEST and EMANS) were used to assess levels of anxiety and stress. Finally the Magellan Scale of Adaptation (EMA) was used to assess adaptation to peers, oneself and the school in general. The results of the analysis suggest that high rates of self-assertiveness and hetero-assertiveness correlate with higher levels of personal adaptation

and adaptation to peers, as well as lower levels of anxiety and stress. When passive and aggressive social interaction styles appear, personal well-being and adaptation decrease, that is to say, punctuation decreased in self and hetero-assertiveness. Furthermore, the results show that there is not a relation between assertiveness in its to components and adaptation to school. These evidences have important educational implications, standing out the importance of introducing specific assertive skills training programs in school, as a protective factor against emotional distress and maladjustment. They also raise the need to keep open this line of research, expanding the sample and variables of study and the possibility of opening a new line of research in order to identify the variables that can affect adaptation to school.

Keywords: Adolescence, Assertive, Adaptation, Anxiety and Stress

1. FUNDAMENTOS

La adolescencia constituye un momento de la vida en el que se producen cambios rápidos y múltiples, afectados por la historia de vida de cada persona y las valoraciones de los educadores, tanto docentes como familiares; todo ello justifica la cantidad de estudios que pretenden buscar las variables que favorecen la adquisición y mantenimiento de valores y hábitos adaptativos (Rotter 1954, Douvan & Adelson 1966, Havighurst 1972, Offer & Offer 1975, Bandura 1976, Conger 1977, Bandura & Ribes 1980, Steinberg 1990, Rice 2000, Sprinthall & Collins 2003, Collins & Laurse 2004, Casco & Oliva 2005, Buelga & Musitu 2006, Smetana et al. 2006 y Cortés 2010).

En el presente trabajo se analiza un número limitado de variables: auto-assertividad y hetero-assertividad que pudieran afectar a los niveles de ansiedad y estrés y al grado de adaptación personal adaptación al centro escolar y adaptación a los compañeros. Estas variables han sido elegidas en base a dos aspectos: la experiencia profesional en asesoramiento individual y grupal a adolescentes con y sin problemas y la revisión de estudios psicológicos previos sobre la adolescencia.

De este modo se consigue acotar el estudio de un tema tan complejo para obtener resultados operativos, y de utilidad para el desarrollo de planes y programas de intervención psicoeducativa con adolescentes. No obstante, éste constituye un estudio piloto en función de cuyos resultados plantearemos una investigación más amplia con una muestra representativa de la población adolescente española.

2. OBJETIVO

El presente estudio de carácter exploratorio observacional y transversal, tiene como objetivos identificar si existe relación entre los dos componentes de la asertividad: auto y hetero asertividad y el estado emocional especificados en ansiedad y estrés. Así como entre los dos componentes de la asertividad. Auto y hetero asertividad con la adaptación en sus ámbitos personal, escolar y compañeros.

3. VARIABLES

El estudio contempla siete variables, dos primarias: auto-assertividad y hetero-assertividad, y cinco secundarias: adaptación a los compañeros/as, adaptación personal y adaptación al centro escolar, ansiedad y estrés.

Tras la revisión bibliográfica realizada de cada variable se ha observado que no existe una conceptualización uniforme de las mismas en toda la comunidad científica. Disponiendo cada una de ellas de múltiples acepciones que coexisten.

Las variables quedan definidas en este estudio tal y como se describen a continuación:

3.1. Asertividad

“la cualidad que define aquella clase de conductas sociales que constituyen un acto de respeto por igual a uno/a mismo/a y a las personas con las que se desarrolla la interacción” (García y Magaz, 1992).

La elección de esta definición se fundamenta en dos aspectos, por un lado, que está constituida por dos componentes independientes: auto-asertividad y hetero-asertividad, lo que nos permite detectar o evaluar los diferentes estilos de interacción social o lo que es lo mismo el grado de respeto a las peculiaridades propias y ajenas y de otra, que es una conceptualización operativa, necesaria para diseñar el entrenamiento asertivo. Por otro lado, aunque no aparece de modo expreso en la definición, estos autores incluyen los tres niveles de respuesta: emocional, cognitiva e instrumental.

3.2. Adaptación

Se ha adoptado la definición de García y Magaz (2013) quienes consideran el término adaptación en su doble dimensión: “adaptación acción y efecto de adaptarse” (p.7) tomando los aspectos conductuales de la adaptación: “encaje o ajuste mutuo entre las partes que entran en contacto o interacción” (p. 8) y definiéndola como: “acciones de las personas que entran en interacción, que, secuencialmente consideradas, constituyen un proceso de adaptación mutua” (p. 8). El motivo por el que adoptamos esta definición es eminentemente práctico, dado que es congruente con el modelo cognitivo conductual y con el instrumento que se emplea para evaluar la adaptación de los escolares.

3.3. Ansiedad

Se elige una definición operativa de la ansiedad, concretamente referida a las respuestas fisiológicas que pueden ser percibidas por una persona y que constituyen indicadores de los niveles de ansiedad. Este enfoque psicofisiológico se ajusta completamente a los objetivos, dado que permite identificar claramente a las personas en un gradante homogéneo de indicadores; lo cual es imposible si se combinan indicadores fisiológicos, cognitivos e instrumentales. García y Magaz (1998c) definen la ansiedad como:

“una respuesta psicofisiológica que se produce al percibir el individuo la presencia o la inminente presencia de una situación contextual que constituye o puede constituir un riesgo para su bienestar. Esta reacción es compleja y multicomponente; pudiéndose descomponer en varias clases de respuestas, algunas bajo control voluntario y otras involuntarias, relacionadas funcionalmente entre sí: neurovegetativas, cognitivas e instrumentales” (p. 13).

3.4. Estrés

Utilizaremos la definición de estrés más operativa, y que sea acorde y coherente con la definición de la otra variable emocional empleada en este estudio: la ansiedad, así como, con el modelo conceptual cognitivo-conductual integrado (Segura, 1991). Esta definición asume el estrés como una respuesta de ansiedad (de carácter fisiológico) prolongada en el tiempo y que implica alteraciones en el organismo. Esta definición coincide con la conceptualización de García y Magaz (1998d):

“El estrés es un proceso interactivo individuo-medio, que se inicia cuando el individuo pone en marcha una evaluación subjetiva sobre un elemento de su medio”. Esta evaluación, para dar inicio a una respuesta fisiológica de estrés tiene que ser de naturaleza “amenazadora”, es decir, el individuo debe considerar que el elemento estimular constituye algún tipo de riesgo o peligro para su bienestar físico o social. Así, tenemos que el elemento estimular adquiere la propiedad de “estresor” (equivalente a “tensor”, “estrangulador”,... amenazador en general) solamente si el individuo lo evalúa como tal y reacciona a él con una “respuesta de estrés”. Por otra parte, la “respuesta de estrés” se considera compleja y multicomponente: integrada por cogniciones (evaluaciones inicial, primaria y secundaria), reacciones neurovegetativas y endocrinas, y comportamientos instrumentales: estrategias de afrontamiento” (p. 12).

Para finalizar diferenciar los conceptos de ansiedad y estrés, de manera general, considerando el estrés como el resultado de la ansiedad excesiva y prolongada en el tiempo que incluye respuestas fisiológicas resultado de la percepción de incapacidad del individuo frente a las demandas del ambiente, y la ansiedad como una reacción emocional ante la percepción de una amenaza real o imaginada.

4. PARTICIPANTES

El grupo estuvo compuesto inicialmente por 142 escolares de población general, de 6º de Educación Primaria (E.P.) y 1º de Educación Secundaria Obligatoria (E.S.O.) escolarizados en un Colegio de Vizcaya, en una muestra de conveniencia.

La media de edad del grupo es de 13 años ($M=13,2$; $DP=1,2$), siendo 12 años la edad mínima y 14 años la edad máxima. De la muestra 83 participantes son de sexo masculino y 59 de sexo femenino.

5. MÉTODOS

Evaluación a 142 escolares de población general, de 6º de Educación Primaria y 1º de ESO, en una sesión de dos horas con un descanso, en grupos de 25, en un aula amplia que evitaba la copia.

Previo autorización del centro escolar, profesionales del mismo, padres y profesores así como de los propios participantes.

A su vez los datos estrictamente tratados según LOPD, la Investigación atendiendo a los criterios deontológicos COP y el Análisis de datos con el programa estadístico I.B.M. S.P.S.S. (versión 21.0).

6. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

ADCA-1: Autoinforme de Conducta Asertiva (García y Magaz, 2011).

EMA: Escala Magallanes de Adaptación (García y Magaz, 2011).

EMANS: Escala Magallanes de Ansiedad(García, Magaz y García, 2011).

EMEST: Escala Magallanes de Estrés(García, Magaz y García, 2011).

7. ESTUDIO EMPIRICO

En primer lugar se realizó una distribución de frecuencias con la finalidad en la que se detallan los valores de tendencia central de cada variable en los grupos de chicas y chicos y de los 2 niveles escolares: 6º de E.P. y 1º de E.S.O. Tal y como se puede observar en la Tabla 1, la variabilidad de la distribución de las puntuaciones en las variables ansiedad, estrés y auto-asertividad en nuestra muestra es muy alta, siendo la variabilidad menor para las variables hetero-asertividad y adaptación tanto personal, como con compañeros y escolar general. Los datos de curtosis apuntan hacia una falta de normalidad en las distribuciones, excepto en la variables adaptación personal, lo cual apunta hacia la falta de normalidad de las distribuciones de las puntuaciones.

Tabla1. Estadísticos descriptivos.

	Adaptación Compañeros	Adaptación Escolar general	Adaptación Personal	Ansiedad	Estrés	Auto Asertividad.	Hetero asertividad
N	142	142	142	142	142	142	142
Media	88,10	91,59	75,73	53,06	43,35	38,94	58,80
Mediana	100,00	100,00	81,00	55,00	40,00	30,00	65,00
Desviacion típica	19,731	19,535	20,952	29,845	31,834	28,296	26,684
Varianza	389,295	381,633	438,995	890,726	1013,377	800,649	712,032
Asimetría	-2,149	-2,629	-,860	-,151	,247	,576	-,453
Error típ. de asimetría	,203	,203	,203	,203	,203	,203	,203
Curtosis	4,698	6,722	,102	-1,256	-1,419	-,907	-,835
Error típico de curtosis	,404	,404	,404	,404	,404	,404	,404
Mínimo	0	0	10	5	5	5	5
Máximo	100	100	100	95	95	95	95

Posteriormente, se comprobó mediante el test de Kolmogorov-Smirnov la falta de normalidad de todas las variables del estudio excepto ansiedad tal y como se observa en las Tabla 2 y Tabla 3.

Tabla 2. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para variables de adaptación personal, escolar y con compañeros, ansiedad y estrés.

		Adaptación Compañeros	Adaptación Escolar general	Adaptación Personal	Ansiedad	Estrés
N		142	142	142	142	142
Parámetros normales	Media	88,10	91,59	75,73	53,06	43,35
	Desviación típica	19,731	19,535	20,952	29,845	31,834
Diferencias más extremas	Absoluta	,297	,455	,154	,091	,148
	Positiva	,273	,333	,123	,082	,148
	Negativa	-,297	-,455	-,154	-,091	-,123
Z de Kolmogorov-Smirnov		3,542	5,425	1,830	1,088	1,768
Sig. asintót. (bilateral)		,000	,000	,002	,188	,004

Tabla 3. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para variables auto y hetero asertividad.

		Auto-asertividad	Hetero-asertividad
N		142	142
Parámetros normales	Media	38,94	58,80
	Desviación típica	28,296	26,684
Diferencias más extremas	Absoluta	,138	,127
	Positiva	,138	,087
	Negativa	-,115	-,127
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,646	1,514
Sig. asintót. (bilateral)		,009	,020

Dado la falta de normalidad de la mayoría de las variables se utilizó el coeficiente no paramétrico de Spearman para averiguar las relaciones lineales entre las variables primarias y secundarias. Los resultados se muestran en la Tabla 4 y Tabla 5

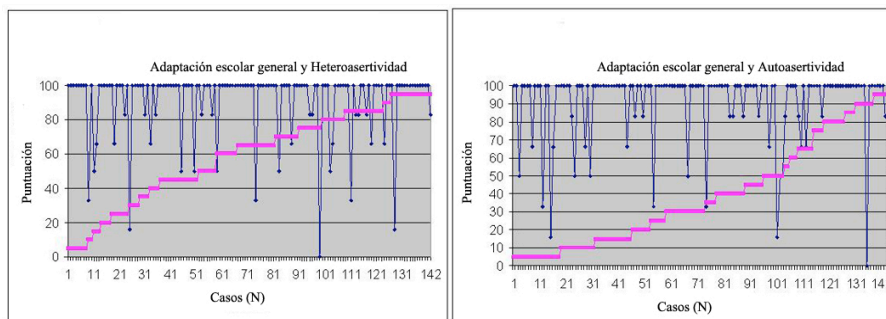
Tabla 4. Correlación entre las variables de asertividad y adaptación.

			Auto Asertividad	Hetero Asertividad
Rho de Spearman	Compañeros	Coefficiente de correlación	,205(*)	,214(*)
		Sig. (bilateral)	,014	,011
		N	142	142
Escolar general		Coefficiente de correlación	,054	-,008
		Sig. (bilateral)	,526	,927
		N	142	142
Personal		Coefficiente de correlación	,629(**)	,514(**)
		Sig. (bilateral)	,000	,000
		N	142	142

Tabla 5. *Correlación entre las variables de asertividad y adaptación.*

			Auto-asertividad	Hetero-asertividad
Rho de Spearman	Ansiedad	Coefficiente de correlación	-,342(**)	-,296(**)
		Sig. (bilateral)	,000	,000
		N	142	142
	Estrés	Coefficiente de correlación	-,423(**)	-,329(**)
		Sig. (bilateral)	,000	,000
		N	142	142

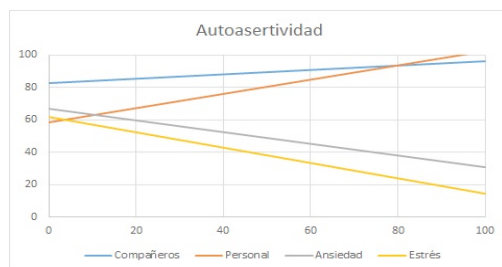
Finalmente, se realizó un análisis de regresión logística para aquellos casos en los que no se ha encontrado una relación lineal, para la variable adaptación escolar general con las variables auto-asertividad y hetero-asertividad, con el objetivo de descartar una posible relación curvilínea entre ellas o encontrar la curva que se ajuste a los datos. Descartada esta relación podemos concluir que los niveles más o menos altos de auto y hetero asertividad no afectan a la adaptación escolar. Se muestran los resultados en la “Fig.1”

**Figura 1.**

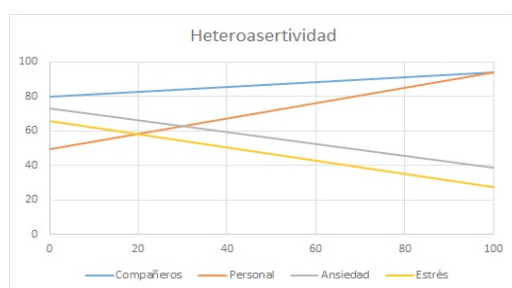
Después de probar si se ajustan con los modelos logarítmico, inverso, cuadrático y cúbico, concluimos que no hay relación curvilínea entre adaptación escolar general, auto-asertividad y hetero-asertividad. (p -valor > 0,05)

8. RESULTADOS

Los escolares con niveles más bajos de asertividad, tanto “auto” como “hetero” presentaban más indicadores de ansiedad y estrés así como inadaptación personal caracterizada por el mantenimiento de escasa autoestima y autoconcepto inadecuado.



La autoasertividad está asociada a buena adaptación personal y la heteroasertividad a buena adaptación personal y social con los compañeros.



9. CONCLUSIONES

En primer lugar he de hacer referencias a las limitaciones de este estudio: el tamaño de la muestra, la complejidad de este periodo vital en el que probablemente están implicados múltiples variables, la ausencia de recogida de información de terceras personas y no haber incluido en el estudio las diferencias entre sexos.

No obstante, para estudios futuros se tendrá en cuenta y se propone incluir variables que no se han considerado, ampliar el número de casos, ampliar los grupos de edad y valorar la variabilidad tanto por edades como por género, realizar un estudio piloto con metodología experimental, analizando los efectos de la aplicación de un programa formal y sistemático, de entrenamiento asertivo, proponer la réplica de este estudio a otros/as investigadores/as.

Los resultados de este estudio, ahondan en aspectos, tales como:

- La necesidad de proporcionar a profesores y maestros entrenamiento asertivo.
- Elaboración de Programas de prevención y/o formalización de Protocolos de detección e identificación de alumnos/as de riesgo y fiables.
- Diseño de Programas de Intervención para desarrollar sesiones de tutoría en el aula e individuales.
- Plantear la homogenización de los estudios que se realicen por autores de múltiples procedencias y disciplinas con el fin único de replicar investigaciones, acumular líneas de investigación aplicadas y recoger de esta manera evidencias que nos permitan enriquecer nuestro trabajo. (Association for Psychological Science)

Por ello, aplicar de forma sistemática programas de entrenamiento asertivo se constituiría en un factor protector para:

- Aprender a tomar decisiones de forma ética
- Respetar peculiaridades propias y ajenas
- Independizar su valía personal de la opinión de los demás o del resultado de sus acciones
- El mantenimiento de un estado emocional adecuado en los adolescentes,
- Mejorar sus relaciones con los compañeros y profesores

Con todo ello la adolescencia estaría mas relacionada con una etapa evolutiva caracterizado por cambios físicos que con una etapa problemática/ conflictiva.

La aplicación de programas como ESCEPI: Prevención (Magaz, Gandarias, García, 1999) o/y AVANCEMOS: Atención y Enseñanza (Gandarias, García, López y Magaz, 1999) podría beneficiar a los niños/As y adolescentes

Por otro lado, los conocimientos que nos puede aportar este tipo de estudio, así como su uso en posteriores investigaciones, anima a darle continuidad, con el objetivo de revalidar e identificar otras variables que interactúan en adaptación escolar genérica.

REFERENCIAS

- Bandura, A. (1976). *Social learning theory*. Englewood Cliffs. NJ: Prentice-Hall.
- Bandura, A. y Ribes, E. (1980). *Modificación de conducta. Análisis de la agresión y de la delincuencia*. Mexico: Trillas.
- Buelga, S., & Musitu, G. (2006). Famille et Adolescence: Prévention de conduites à risque. En M. Zabalia y D. Jacquet (Eds.), *Adolescences d'aujourd'hui*. Rennes: PUF.PDF.
- Casco, F.J. y Oliva, A. (2005). Ideas sobre la adolescencia entre padres, profesores, adolescentes y personas mayores. *Apuntes de Psicología*, 22, 171- 185.
- Collins, W.A. & Laursen, B. (2004). Parent-Adolescent relationships and influences. En R.M. Lerner y L. Steinberg (Eds.), *Handbook of adolescent psychology* (2ª ed.). Nueva Jersey, EE.UU.: John Wiley & Sons.
- Conger, J. (1977). *Adolescente and youth*. New York: Harper and Row.
- Cortés, R. (2010). El mundo afectivo de los adolescentes: un reto para educadores. www.misionjoven.org. Consultado el 3 de octubre de 2012.
- Douvan, E., & Adelson, J. (1966). *The Adolescent Experience*. New York: John Wiley & Sons.
- Gandarias, A., López, Mª L., Magaz, A. & Garcia, E.M., (1999). Programa de Enseñanza de Habilidades Sociales para Adolescentes: AVANCEMOS. Bilbao: COHS Consultores en Ciencias Humanas.
- García, E.M. y Magaz, A. (2011). Autoinformes de Actitudes y Valores en las Interacciones Sociales: ADCAs. Bilbao: COHS Consultores en Ciencias Humanas.
- García, E.M. y Magaz, A. (2011). Escala Magallanes de Adaptación (EMA). Bilbao: COHS Consultores en Ciencias Humanas.

- García, E.M., Magaz A. y García, R. (2011). Escala Magallanes de Ansiedad. Bilbao: COHS Consultores en Ciencias Humanas.
- García, E.M., Magaz A. y García, R. (2011). Escala Magallanes de Estrés. Bilbao: COHS Consultores en Ciencias Humanas.
- Havighurst, R. J. (1972). *Developmental Tasks and Edition*. New York: David Mckay.
- Inglés, C. J., Hidalgo, M. D. & Méndez, F. X. (2005) Interpersonal difficulties in adolescence: a new self-report measure. *European Journal of Psychological Assessment*, 21, 11-22.
- Offer D. & Offer, J. (1975). From teenage to young manhood: *A psychological study*. New York: Basic Books.
- Offer, D., Ostrov, E. & Howard, K. (1981). *The adolescent*. New York: Basic.
- Rice, F. (2000). Adolescencia. Desarrollo, relaciones y cultura. Madrid: Prentice Hall.
- Rotter, J. B. (1954). *Social learning and clinical psychology* (pp. 3-17). Englewood Cliffs, NJ, US: Prentice-Hall.
- Smetana, J.G., Campione-Barr, N. & Metzger, A. (2006). Adolescent development in interpersonal and societal context. *Annual Review of Psychology*, 57, 225-284.
- Sprinthall, N. A. & Collins, W. A. (2003). *Psicologia do adolescente*. Lisboa: Fundação Gulbelkian.
- Steinberg, L. & Morris, A. S. (2001). Adolescent development. *Annual Review of Psychology*, 52, 83-110.

MARCOS TEÓRICOS DE APLICACIÓN PARA LA COMPRA ELECTRÓNICA

PAULA RODRÍGUEZ-TORRICO¹, SONIA SAN MARTÍN GUTIÉRREZ¹,
REBECA SAN JOSÉ CABEZUDO²

¹*Universidad de Burgos*
²*Universidad de Valladolid*

RESUMEN

La aparición y desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TICs) ha traído consigo un cambio en la forma en que los individuos llevan a cabo su proceso de decisión de compra. En este contexto se hace necesario conocer cómo actúa el comprador en un entorno en el que han irrumpido con fuerza los canales electrónicos. Teniendo en cuenta que uno de los aspectos más relevantes de la investigación en todas las disciplinas son las teorías en las que se basa y debido a que son escasos los trabajos que aplican varias de estas teorías al comercio electrónico, el objetivo principal de este trabajo es presentar, desde un punto de vista multidisciplinar, los marcos teóricos que podrían aplicarse para el estudio del comportamiento del comprador en canales electrónicos.

Palabras clave: marcos teóricos, comportamiento del consumidor, compra electrónica, compra online, compra por móvil.

ABSTRACT

The emergence and development of new information technologies (ITs) has changed the way in which individuals conduct their decision-making process. In this context it is necessary to know how buyers behave in an environment in which electronic channels have burst into. Given that one of the most important aspects of research in all disciplines is theory on which it is based and because there are few studies that apply several of these theories to electronic commerce, the main objective of this work is to present, from a multidisciplinary perspective, the theoretical framework that could be applied to study the consumer behavior in electronic channels.

Keywords: Theoretical frameworks, consumer behavior, electronic commerce, online commerce, mobile commerce.

1. INTRODUCCIÓN

El marco teórico es uno de los componentes más importantes de la investigación en todas las disciplinas. Seleccionar la base teórica en la que soportar el trabajo de investigación ha sido y sigue siendo crucial y necesario para el éxito del trabajo. En la literatura del marketing se han utilizado diferentes modelos a lo largo del tiempo para analizar el comportamiento del comprador. En el entorno actual

existen multitud de dispositivos que han modificado el comportamiento que llevan a cabo los individuos a la hora de tomar sus decisiones de compra. El uso de las nuevas tecnologías por parte de los consumidores se ha incrementado de forma exponencial. Al uso habitual del ordenador para la conexión a Internet se incorporan los dispositivos móviles como son los smartphones y las tablets. En este contexto, nos encontramos con un individuo “multidispositivo” que utiliza el ordenador y los dispositivos móviles de forma complementaria. Esta situación afecta de forma directa al comportamiento de compra, ya que trae consigo la aparición de un consumidor que desea conocer todas las alternativas y hacer más cómodo su proceso de compra y para ello utiliza estos nuevos canales de compra, combinándolos con el canal tradicional, la tienda física.

Dada esta situación este trabajo plantea los principales modelos que pueden aplicarse para analizar el comportamiento del comprador en estos canales electrónicos. En el siguiente apartado se describen brevemente cada una de las teorías más destacadas en la literatura: el modelo de adopción tecnológica, el enfoque de marketing relacional, la teoría de señales, la teoría de preferencia de compra y el enfoque Estimulo-Organismo-Respuesta.

2. MARCOS TEÓRICOS PARA ENTENDER EL COMPORTAMIENTO DEL COMPRADOR ELECTRÓNICO

2.1. Modelo de Adopción Tecnológica

El modelo de adopción tecnológica (TAM por sus siglas en inglés) fue desarrollado por [1] para analizar la aceptación y uso de una nueva tecnología. Estos autores desarrollaron este modelo basándose en la Teoría de Acción Razonada (TRA) desarrollada por Ajzen y Fishbein. Este modelo propone varios factores que influyen en las decisiones que toman los individuos a la hora de cómo y cuándo usar la nueva tecnología. Más concretamente postulan que ciertos factores externos impactarán en las creencias internas del individuo, las actitudes y las intenciones. Como creencias internas destacan la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida; la utilidad percibida hace referencia al “grado en el que una persona cree que usando un sistema concreto podría mejorar el resultado de su trabajo” [1]. Por otro lado, la facilidad de uso percibida se define como el “grado en el que una persona cree que usar un determinado sistema no le supondrá esfuerzo”. Como puede verse en la Fig.1 el TAM sostiene que la actitud hacia el uso del sistema viene determinada por la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida. A su vez la actitud determina las intenciones de comportamiento. En este modelo las intenciones están vinculadas también a las creencias a través de la utilidad percibida, a diferencia de lo que postulaba la TRA, en la cual las creencias sólo se relacionaban con las actitudes. En este caso [1] defiende que las actitudes tienen elementos de afectividad y defiende que la utilidad percibida incluye el aspecto cognitivo que no necesariamente activará la efectividad pero sí podrá influir en las intenciones del individuo. Finalmente las intenciones de comportamiento predicen el uso actual del sistema.

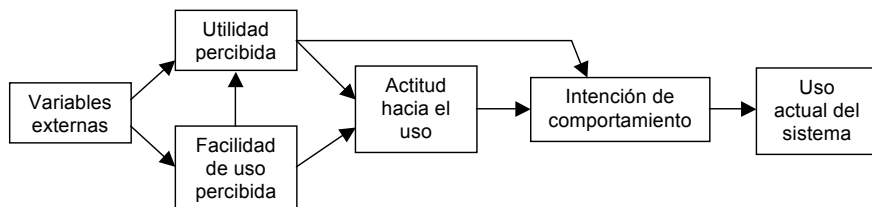


Figura 1. Modelo de adopción tecnológica.

Aunque este modelo fue desarrollado para entender la aceptación de la tecnología por parte de los empleados, ha sido continuamente utilizado y ampliado para analizar múltiples contextos de adopción de la tecnología. En relación al comportamiento del consumidor, este modelo ha sido utilizado ampliamente en diferentes contextos relacionados con la adopción de distintos sistemas de información; por ejemplo el uso de las redes sociales o la aceptación de la publicidad por móvil.

En la literatura del comportamiento del comprador electrónico este modelo se ha utilizado generalmente en las primeras fases de uso de la tecnología para explicar por qué los individuos utilizan los nuevos canales para realizar sus compras. En primer lugar en el contexto online, compras realizadas a través de ordenadores (fijos o portátiles), el modelo TAM fue el principal modelo elegido por los investigadores para entender la adopción de las compras a través de internet. Muchos trabajos mantuvieron el modelo planteado por [1] como es el caso del trabajo de [2]. Otros autores se han basado en el TAM para conocer los motivos de adopción de la tecnología y a su vez ha incluido otras variables en sus modelos. Por ejemplo [3] se centraron, además, en aspectos más afectivos del consumidor como es el entretenimiento a la hora de comprar online. En esta línea emocional [4] incluyó las respuestas afectivas y cognitivas como predictoras de la intención de visitar la tienda web y la probabilidad de realizar compras no planificadas. La confianza también ha sido otra de las variables que han completado los modelos TAM en la literatura de comercio online [2].

En cuanto al comercio móvil, compras de productos y servicios realizadas a través de dispositivos de mano y portátiles con conexión a internet [5], son muchos los trabajos que aplican el modelo TAM para explicar cómo los individuos adoptan el m-commerce. En la mayor parte de los casos este modelo se completa con variables procedentes de otras teorías. Por ejemplo [6], examinaron los efectos de la facilidad de uso y la utilidad en la intención de uso de la tecnología móvil para comprar ropa. Además, incluyeron el placer y la norma subjetiva como predictores de las intenciones; combinando el TAM con variables de la Teoría de Acción Razonada y la Teoría de la dependencia de los medios de comunicación. Para analizar la intención de uso del comercio móvil también se han incluido variables de personalidad del individuo tratando de mejorar este modelo, como son la afinidad, compatibilidad o capacidad innovadora de los individuos [7]. Por último, algunos autores también han dado un paso más en su aplicación del TAM incluyendo aspectos más relacionales como la confianza o los impulsores de las relaciones entre comprador-vendedor.

2.2. Enfoque de marketing relacional

El enfoque de marketing relacional hace referencia a “todas aquellas actividades de marketing dirigidas a establecer, desarrollar y mantener intercambios relacionales exitosos” [9]. Este enfoque se desarrolla debido a que la filosofía de marketing transaccional se queda obsoleta en un contexto en el que la globalización, la intensidad de la competencia, el cambio del comportamiento del consumidor y demás cambios del entorno obligan a las empresas a dar un paso más y centrarse en la fidelización del cliente y no en la mera transacción. El enfoque de marketing relacional ha ido desarrollándose con los años y asentando su importancia en la literatura. Muchas son las variables que se han utilizado como predictoras en este modelo y también varias son las que resultan de seguir una filosofía centrada en las relaciones a largo plazo. [10] planteó un meta-análisis en el que sintetizó estas variables, las primeras en antecedentes del cliente, del vendedor y de ambos; y las segundas en resultados enfocados al cliente, al vendedor y a ambos. Como variables centrales la confianza y la satisfacción son las más destacadas para el desarrollo del marketing relacional.

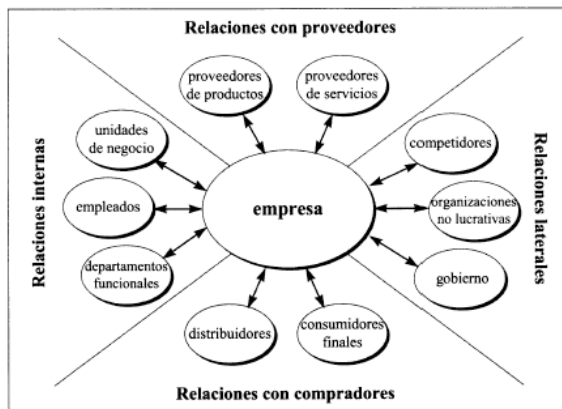


Figura 2. Enfoque de marketing relacional.

En el contexto electrónico, al igual que ocurre en el contexto tradicional, este enfoque tiene una importancia primordial. El papel de estas variables es incluso más complejo en los entornos electrónicos debido a la incertidumbre del entorno [11]. Esta incertidumbre está caracterizada principalmente por la intangibilidad de estos contextos, en los que los individuos no pueden ver ni tocar el producto ni tener un contacto físico con el vendedor; también influye la novedad de las tecnologías y las características propias de cada uno de los dispositivos electrónicos. Ante esta situación la confianza y satisfacción se tornan en variables fundamentales a la hora de crear y mantener relaciones a largo plazo con los clientes [12]. En este contexto, confianza y satisfacción han sido categorizadas en algunos casos como variables independientes en los modelos y en otros casos a su vez como variables predictoras de los resultados.

En el comercio online son muchas las variables que se han planteado como predictoras de la confianza y satisfacción. Por ejemplo [13] tienen en cuenta aspectos del individuo, como son su experiencia en el entorno online y la percepción del riesgo

y aspectos de la empresa, como su orientación al mercado y la calidad de su sitio web. Además de la calidad del sitio web, la reputación, la competencia, integridad, benevolencia y el comportamiento del vendedor son claves para la creación y mantenimiento de relaciones en el tiempo [14]. El resultado del enfoque de marketing relacional demuestra la necesidad de implantar esta filosofía en las empresas que comercializan sus productos online. La literatura ha dejado patente el efecto positivo que tienen en la intención de comprar través de Internet, en la intención de volver a repetir la compra [15] y en la lealtad hacia la empresa [14].

En el contexto móvil la literatura ha comenzado también a dar importancia a estas variables. [16] por ejemplo destacan aspectos de calidad (del servicio, de la información y del sistema) como fundamentales para el desarrollo de la confianza y la satisfacción en el comercio móvil. La calidad del contenido de la web y la apariencia de la misma son factores determinantes de estas variables también [17]. Finalmente, las variables relacionales se han confirmado como predictoras tanto de la intención de utilizar el comercio móvil en los primeros momentos, como de la intención de continuar realizando compras a través de estos dispositivos [18].

2.3. Teoría de señales

La teoría de señales en marketing es utilizada en contextos de asimetría de información. En estos casos en los que la información es imperfecta y asimétrica entre las partes implicadas, la teoría de señales postula que existen ciertos aspectos o señales que permiten comunicar información a los agentes implicados [16]. Como se puede observar en la Fig. 3 a través del marketing las empresas pueden diseñar señales que permitan al consumidor deducir cierta información sobre el comportamiento de la empresa o la calidad de sus productos y solucionar el problema de asimetría de información. La teoría de señales por lo tanto facilita la elección y toma de decisiones del comprador y postula que los éstos acuden a las señales para inferir las características de los productos y comportamiento del vendedor [16].

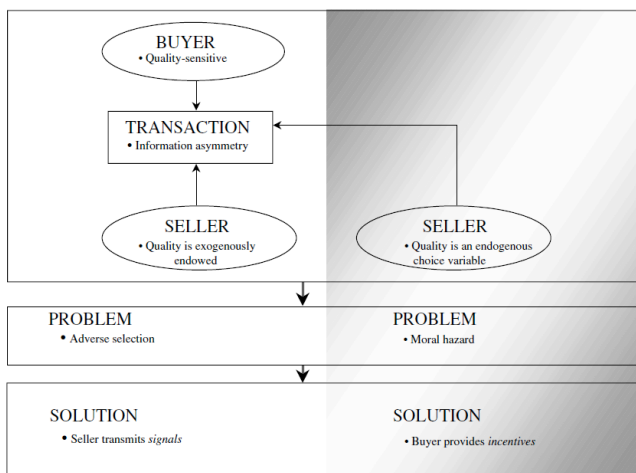


Figura 3. Teoría de señales [19]

[16] realizaron una clasificación de las señales que emite el vendedor, diferenciando en primer lugar entre las señales independientes por defecto, que implican gastos iniciales para la empresa, y las contingentes por defecto, las cuales implican posibles gastos futuros. Otra clasificación posible puede ser la realizada por [19], las cuales diferencian entre las señales cognitivas y las señales experienciales. Esta clasificación tiene en cuenta el enfoque experiencial del consumidor, que afirma que el consumidor al realizar sus compras está motivado, además de por su deseo deliberado de comprar, por una motivación experiencial, basada en las emociones y la diversión. Basándonos en esta clasificación se pueden destacar como señales cognitivas la reputación de la empresa, la credibilidad de la información, las políticas de seguridad y privacidad de la información del individuo, las garantías ofrecidas, el servicio al cliente, y todas aquellas señales que estén relacionadas con el objetivo final de compra. Por otro lado, como señales experienciales destacan los aspectos del diseño web, como son la interactividad, la estética, la personalización y el entretenimiento que ofrece el sitio de venta.

En los contextos online y móvil las señales han sido objeto de estudio pero en la mayoría de los casos no se han tratado como tales. Las señales cognitivas hacen referencia a aspectos funcionales que el consumidor utiliza para inferir la calidad y buena voluntad de la empresa. En el contexto online se ha confirmado su efecto en el incremento de las variables relacionales, como la confianza y satisfacción, y también en las intenciones de comportamiento de los individuos [20]. En el contexto de compras móvil han resultado protagonistas también del desarrollo de estas variables así como de las intenciones de los compradores con los servicios de compra por dispositivos móviles [21]. En cuanto a las señales experienciales, más relacionadas con el entretenimiento y emociones de los compradores, en la literatura en los contextos electrónicos se han utilizado para explicar la intención del consumidor de fidelizar con la empresa, como predictores de la satisfacción con el minorista, así como antecedentes de la intención de comprar a través del canal online [22].

2.4. Teoría de preferencia de compra

La teoría de preferencia de compra [23] es una de las subteorías que forman la theory of patronage behavior. Esta teoría está basada en la psicología y nos permite explicar el patrón de comportamiento de compra del individuo. Como puede verse en la Fig. 4, la teoría está formada a partir de cuatro constructos: predisposición a la compra, cálculo de la elección, motivos de compra y opciones de compra. Según [23] la decisión de elección del minorista (cálculo de la elección) está explicada por los motivos y opciones de compra. Estos a su vez están influenciados por diferentes determinantes: los determinantes personales del individuo, los determinantes del producto, los determinantes del mercado y los determinantes de la empresa. Centrándonos en los determinantes del comprador, [23] planteó tres tipos: (a) los valores personales (los cuales reflejan la personalidad del comprador); (b) los valores sociales (son los valores normativos impuestos por otros, como familia, amigos, grupos de referencia...); y los (c) valores epistémicos (son aquellos relacionados con la curiosidad, el conocimiento y valores de exploración o estimulación sensorial).

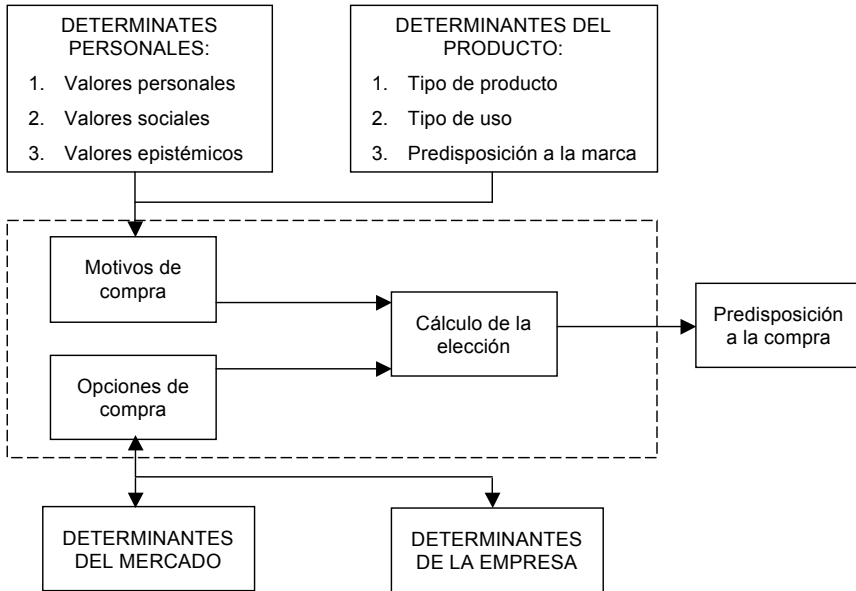


Figura 4. Teoría de preferencia de compra.

Esta teoría no ha sido aplicada con mucha frecuencia en la literatura de comportamiento del comprador electrónico. Por ejemplo [24] se basaron en ella para analizar las percepciones que tenían los compradores hacia el canal online. [24] incluyeron variables relacionadas con el vendedor (servicio al cliente, privacidad y seguridad), relacionadas con el diseño web (navegación, personalización, fiabilidad, velocidad, entre otras), determinantes del comprador (entretenimiento, conciencia del precio, presión del tiempo y sus habilidades) y de los productos (calidad, selección y precio). En el contexto actual este marco teórico puede servir de base para el análisis de los comportamientos multicanal. En este sentido [25] se basaron en esta teoría para analizar qué lleva al consumidor a elegir entre un canal u otro cuando quiere realizar una compra. Estos autores se centraron en los determinantes personales del comprador y destacaron el género, el grupo de pertenencia y la necesidad de tocar como cada uno de los valores que determina la motivación de compra. En esta misma línea, esta teoría nos permitiría analizar no sólo la elección del canal para la compra, sino también la elección del canal para cada fase de decisión de compra. Por lo tanto, sería interesante una aplicación conjunta en los contextos electrónicos, incluyendo online y móvil, y también incluyendo el canal de compras tradicional.

2.5. Estímulo-Organismo-Respuesta

Por último, el enfoque Estimulo-Organismo-Respuesta (S-O-R por sus siglas en inglés) [26]. Este enfoque se basa en la psicología ambiental para explicar cómo los estímulos del entorno del individuo (S) influyen en las reacciones internas del mismo (O) y provocan finalmente una respuesta (R) (véase Fig. 5). Los estímulos pueden definirse como una influencia del entorno que estimula a la persona e influye de forma directa en sus estados internos [27]. El organismo se refiere a procesos inter-

nos y estructuras que intervienen entre los estímulos del individuo y las respuestas o acciones finales. Estos procesos internos pueden ser de naturaleza tanto afectiva como cognitiva [26]. Por último, la respuesta es el resultado de los procesos internos del organismo, materializada en el resultado o acción del consumidor [28].

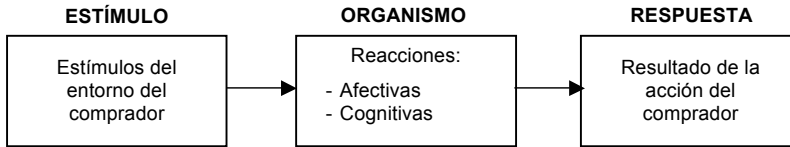


Figura 5. Enfoque Estímulo-Organismo-Respuesta.

Este modelo ha sido aplicado para analizar el comportamiento de compra tradicional del individuo. En este contexto el estímulo venía dado por el entorno de la tienda que influía en las reacciones internas del individuo, materializadas en las emociones de los mismos. Finalmente, la respuesta del consumidor se relacionaba con diferentes aspectos comportamentales como la elección de la tienda o la intención de realizar la compra. En el contexto online este modelo ha servido de base para explicar el comportamiento de compra impulsivo online y las intenciones de comprar a través de internet [29]. Más concretamente, como estímulos en este contexto se han tratado principalmente los aspectos del diseño del sitio web –estética, entretenimiento, personalización, seguridad y privacidad, etc.–, también otros aspectos de la empresa, como su imagen o reputación y experiencia en el contexto online. En cuanto al organismo, principalmente se han tratado aspectos emocionales del consumidor, aunque en algunas ocasiones también se han tenido en cuenta aspectos más cognitivos como la confianza. Por último, como respuesta, se han incluido aspectos relacionados con la intención de comportamiento del comprador, las actitudes hacia el e-commerce o la intención de compra son algunas de las más destacadas.

Si bien es cierto que en el contexto online el modelo S-O-R ha servido como base teórica para multitud de trabajos, en el contexto de comercio móvil aun es escasa la literatura que aplica este modelo para explicar el comportamiento del comprador. Como excepción se encuentra el trabajo de [28], los cuales se basan en este modelo para entender la experiencia de consumo a través del móvil. Para ello integran como estímulo diferentes factores del individuo y analizan cómo estos influyen sobre las emociones de los consumidores a la hora de comprar vía móvil.

REFERENCIAS

- [1] Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, pp. 319-340.
- [2] Gefen, D., y Straub, D. W. (2000). The relative importance of perceived ease of use in IS adoption: a study of e-commerce adoption. *Journal of the Association for Information Systems*, 1(1), pp. 8.
- [3] Ha, S., y Stoel, L. (2009). Consumer e-shopping acceptance: Antecedents in a technology acceptance model. *Journal of Business Research*, 62(5), pp. 565-571.
- [4] Koufaris M (2002) Applying the technology acceptance model and flow theory to online consumer behavior. *Information System Research*, 13, pp. 205-223

- [5] Chong, A. Y. L. (2013). Understanding mobile commerce continuance intentions: an empirical analysis of Chinese consumers. *The Journal of Computer Information Systems*, 53(4), pp. 22-30.
- [6] Kim, G., Shin, B., y Lee, H. G. (2009). Understanding dynamics between initial trust and usage intentions of mobile banking. *Information Systems Journal*, 19(3), pp. 283-311.
- [7] Aldás-Manzano, J., Ruiz-Mafe, C., y Sanz-Blas, S. (2009). Exploring individual personality factors as drivers of M-shopping acceptance. *Industrial Management & Data Systems*, 109(6), pp. 739-757.
- [8] Zarpou, T., Saprikis, V., Markos, A., y Vlachopoulou, M. (2012). Modeling users' acceptance of mobile services. *Electronic Commerce Research*, 12(2), pp. 225-248.
- [9] Morgan, R. M., y Hunt, S. D. (1994). The commitment-trust theory of relationship marketing. *Journal of Marketing*, 20-38.
- [10] Palmatier, R. W., Dant, R. P., Grewal, D., y Evans, K. R. (2006). Factors influencing the effectiveness of relationship marketing: a meta-analysis. *Journal of marketing*, 70(4), pp. 136-153.
- [11] Wei, T. T., Marthandan, G., Chong, A. Y., Ooi, K.-B., y Arumugam, S. (2009). What drives Malaysian m-commerce adoption? An empirical analysis. *Industrial Management and Data Systems*, 109(3), pp. 370-388.
- [12] Sanayei, A., Shaemi, A., y Jamshidi, H. (2011). An analysis of the factors affecting customers satisfaction and trust in mobile banking. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, 3(7), pp. 440.
- [13] Corbitt, B. J., Thanasankit, T., y Yi, H. (2003). Trust and e-commerce: a study of consumer perceptions. *Electronic commerce research and applications*, 2(3), pp. 203-215.
- [14] Palvia, P. (2009). The role of trust in e-commerce relational exchange: A unified model. *Information & management*, 46(4), pp. 213-220.
- [15] Curtis, T., Beach, D., Abratt, R., Huizenga, H. W., y Rhoades, D. (2011). Customer Satisfaction, Loyalty and Repurchase: Some Evidence from Apparel Consumers. *Review of Business*, 32(1), pp. 47-58.
- [16] Zhou, T. (2013). An empirical examination of continuance intention of mobile payment services. *Decision Support Systems*, 54(2), pp. 1085-1091.
- [17] Wang, Y. S., y Liao, Y. W. (2007). The conceptualization and measurement of m-commerce user satisfaction. *Computers in human behavior*, 23(1), pp. 381-398.
- [18] Kirmani, A., y Rao, A. R. (2000). No pain, no gain: A critical review of the literature on signaling unobservable product quality. *Journal of marketing*, 64(2), pp. 66-79.
- [19] Catalán, B. L., y Gutiérrez, S. S. M. (2013). Perfiles de compradores españoles por teléfono móvil. *Universia Business Review*, (38), 50-67.
- [20] Eastlick, M. A., y Lotz, S. (2011). Cognitive and institutional predictors of initial trust toward an online retailer. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 39(4), pp. 234-255.

-
- [21] Davis, R., Sajtos, L., y Chaudhri, A. A. (2011). Do consumers trust mobile service advertising?. *Contemporary Management Research*, 7(4).
- [22] McCormick, H., y Livett, C. (2012). Analysing the influence of the presentation of fashion garments on young consumers' online behaviour. *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal*, 16(1), 21-41.
- [23] Sheth JN. (1983). An integrative theory of patronage preference and behavior. In: Darden WR, Lusch RF, editors. *Patronage behavior and retail management*. New York: Elsevier Science Publishing Co. pp. 9-28.
- [24] Lepkowska-White, E. (2004). Online store perceptions: how to turn browsers into buyers?. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 36-47.
- [25] Workman, J. E., & Cho, S. (2013). Gender, fashion consumer group, need for touch and Korean apparel consumers' shopping channel preference. *International Journal of Consumer Studies*, 37(5), 522-529.
- [26] Mehrabian, A., & Russell, J. A. (1974). *An approach to environmental psychology*. The MIT Press.
- [27] Eroglu, S. A., Machleit, K. A., & Davis, L. M. (2001). Atmospheric qualities of online retailing: A conceptual model and implications. *Journal of Business Research*, 54(2), pp. 177-184.
- [28] Li, M., Dong, Z. Y., y Chen, X. (2012). Factors influencing consumption experience of mobile commerce: A study from experiential view. *Internet Research*, 22(2), pp. 120-141.
- [29] Floh, A., y Madlberger, M. (2013). The role of atmospheric cues in online impulse-buying behavior. *Electronic Commerce Research and Applications*, 12(6), pp. 425-439.

QUINTA SESIÓN

JOSÉ GARCÍA CALVO

“Materiales fluorogénicos nanoestructurados para la detección de toxinas agroalimentarias de origen bacteriano”

RODRIGO MIGUEL BARRIO

“La mediación, una alternativa diferente para la resolución de conflictos”

MIGUEL DE SIMÓN MARTÍN

“Cálculo analítico e interpretación de la incertidumbre de la medida de irradiancia solar global, difusa y reflejada”

VERÓNICA FERNÁNDEZ RAMOS

“Aproximación histórica a la presencia de las mujeres en el deporte”

MATERIALES FLUOROGÉNICOS NANOESTRUCTURADOS PARA LA DETECCIÓN DE TOXINAS AGROALIMENTARIAS DE ORIGEN BACTERIANO

JOSÉ GARCÍA CALVO¹, TOMÁS TORROBA PÉREZ²

^{1,2}*Universidad de Burgos*

RESUMEN

Hoy en día tiene gran importancia la detección de contaminantes y toxinas peligrosas para los seres vivos, y para el medio ambiente en general. Para realizarlo, el grupo de trabajo en que se realiza el proyecto, ha puesto a punto una nueva familia de sondas fluorogénicas (moléculas o estructuras que presentan cambios de fluorescencia en determinadas condiciones) selectivas para toxinas alimentarias de origen bacteriano, de tamaño pequeño o mediano y alto impacto social y medioambiental. Siendo capaces de generar grandes cambios en la fluorescencia en presencia de determinados analitos.

Partiendo de los resultados obtenidos por el grupo de trabajo, el proyecto de tesis pretende desarrollar los conocimientos adquiridos en la preparación de moléculas o estructuras que generen cambios de fluorescencia, para la resolución de dos problemas de detección de toxinas agroalimentarias para las que no existe una solución satisfactoria: metilmercurio(II) y cereulida.

Palabras clave: Innovación, proyecto, tóxico, cereulida, mercurio, metilmercurio, fluorescencia, detección, polímero.

ABSTRACT

Nowadays the detection of contaminants and toxins dangerous to the living beings, and the environment in general, is an important issue for the society. Because of that, this work is centered in the development of new fluorogenic probes (molecules or structures able to change its fluorescence in the proper conditions) for the detection of toxins by a great change in the fluorescence in its presence.

Starting with the results obtained previously by the research group, we tried to develop new fluorogenic probes for the detection of some toxins that are not easy or very expensive by the current methods, such as Methylmercury (II) and Cereulide.

Keywords: Research, project, toxic, cereulide, mercury, methylmercury, fluorescence, detection, polymer.

1. DESARROLLO DE SONDAS FLUOROGÉNICAS PARA ESPECIACIÓN DE CATION METILMERCURIO(II) Y MERCURIO(II)¹

La contaminación medioambiental por derivados orgánicos de mercurio(II) tiene gran importancia a causa de la enorme cantidad de mercurio que se emite al medio ambiente por la acción humana. De las especies de mercurio que pueden encontrarse en el medio ambiente, la más importante es el catión metilmercurio(II), que se produce naturalmente a partir de mercurio(II) mediante metilación en ambientes acuáticos y sedimentos anóxicos por medio de bacterias reductoras de azufre, como *Desulfovibrio desulfuricans* ND132 and *Geobacter sulfurreducens* PCA. Varias bacterias y archaea comparten un mecanismo común de metilación del mercurio(II).²

1.1. Desarrollo de sondas cromo-fluorogénicas para catión metilmercurio(II) y para la especiación de catión metilmercurio(II) y mercurio(II) en disolución acuosa:

Como punto de partida a estudiar en el proyecto de tesis, se habían diseñado dos sondas fluorogénicas I-II (Figura 1 y 2), con respuesta fluorescente selectiva en presencia de determinados cationes.

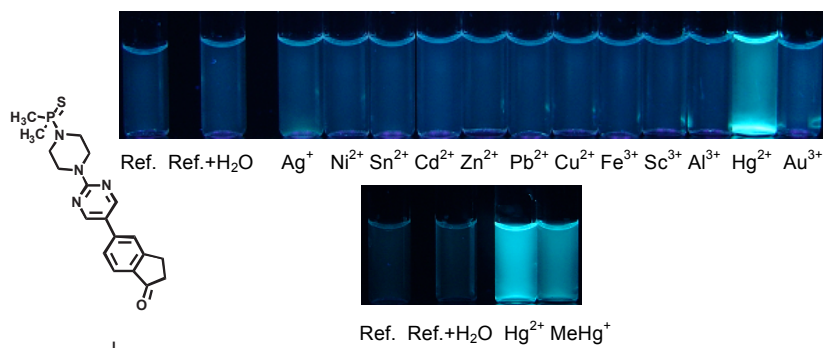


Figura 1. I en disolvente: MeCN:H₂O (20:80)

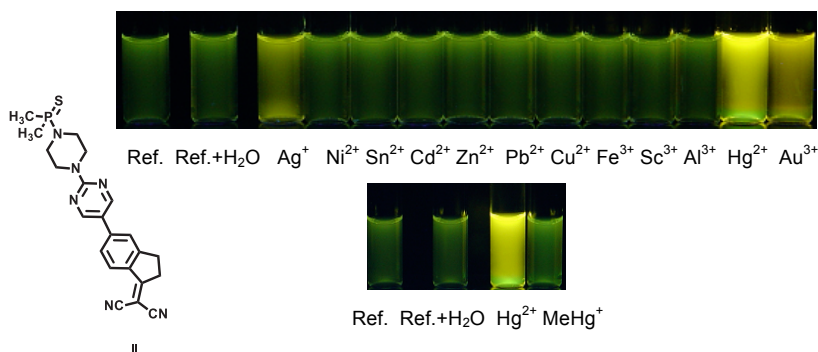


Figura 2. II en disolvente: MeCN:H₂O (60:40)

A partir de este diseño se sintetizaron dos nuevas sondas con cadenas de poli-etilenglicol en su estructura a permitieron su solubilidad en medios 100 % acuosos:

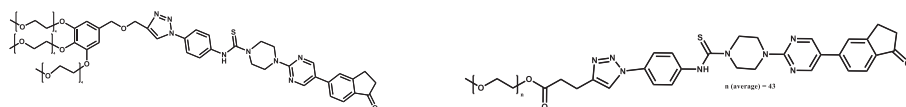


Figura 3. Estructura molecular de dos sondas son solubles en agua y sensibles a Hg(II) y MeHg(II) .

Debido a su solubilidad se utilizaron como detectores en células HEK, iluminándose el núcleo de la célula en presencia de MeHg(II) y con luz ultravioleta como se muestra en la Figura 4.

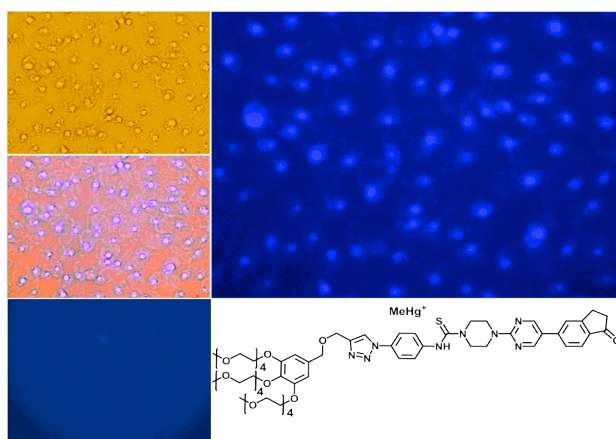


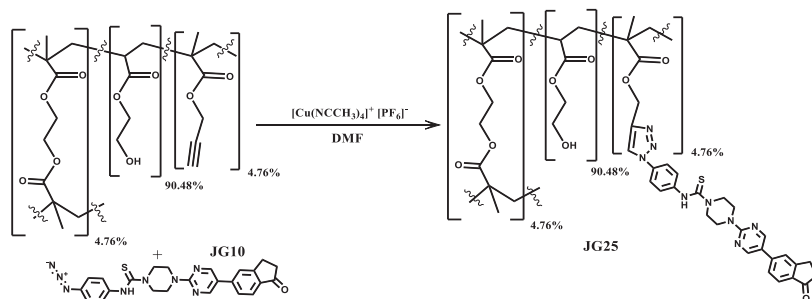
Figura 4. Células HEK en agua, contaminadas con MeHg^+ y bajo luz ultravioleta.

- Sonda soportada sobre un polímero:

Una gran parte de la capacidad de detección de un material de naturaleza mixta orgánica-inorgánica depende de la construcción del material, aparte de la capacidad de detección de la sonda fluorescente. Una vez preparado un conjunto de sondas fluorescentes selectivas del analito específico que se quiere detectar, el siguiente paso es utilizarlas como unidades señalizadoras sobre membranas poliméricas que puedan dar lugar a dispositivos, tal como se muestra en la figura 6.



Figura 5. Polímero sensible a Hg(II)



La capacidad detectora de este polímero se probó poniéndolo en contacto con disoluciones de mercurio (II):

Concentración 0, 10^{-3} , $5 \cdot 10^{-4}$, 10^{-4} , $6 \cdot 10^{-5}$ M:

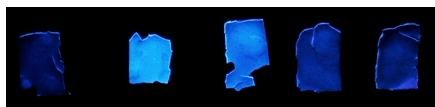


Figura 7. Respuesta del polímero a disoluciones de Hg(II) en agua de distinta concentración.

Viendo su potencial utilidad como sensor de mercurio en muestras biológicas, se comprobó la presencia de estos cationes en muestras de pescado. Primero tras la extracción del mercurio del pescado y luego por contacto directo del polímero con el pescado. Ya que es capaz de detectar cantidades muy bajas.

Los resultados fueron los siguientes:

- Prueba cualitativa

Agua – Hg(ClO₄)₂ ($2.5 \cdot 10^{-3}$ M) – Atún – Pez espada – Congrio – Panga

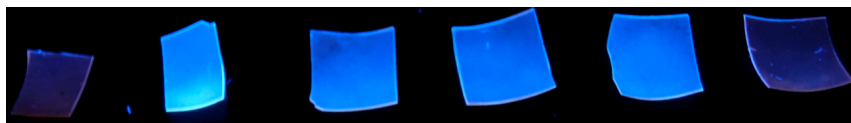


Figura 8. Respuesta del polímero tras 20 minutos en contacto con las muestras.

En esta imagen se puede observar como el aumento de fluorescencia es mayor en presencia de algunos pescados que en otros. Debido a esto sería interesante comprobar cuanto mercurio tienen realmente los pescados y si el método sería concordante con las medidas por otros métodos ya existentes, como el análisis de masas.

- Comparación cuantitativa entre el polímero y análisis por masas:

Las muestras de pescado se sometieron a un proceso de extracción estándar para eliminar interferentes de la muestra y tener una matriz adecuada que poner en contacto con el polímero.

A estas muestras se las dividió en dos según el método de extracción (medio ácido o con sílica) y después se llevó una réplica a masas y otra se midió con el polímero para cada caso. Obteniéndose los siguientes resultados:

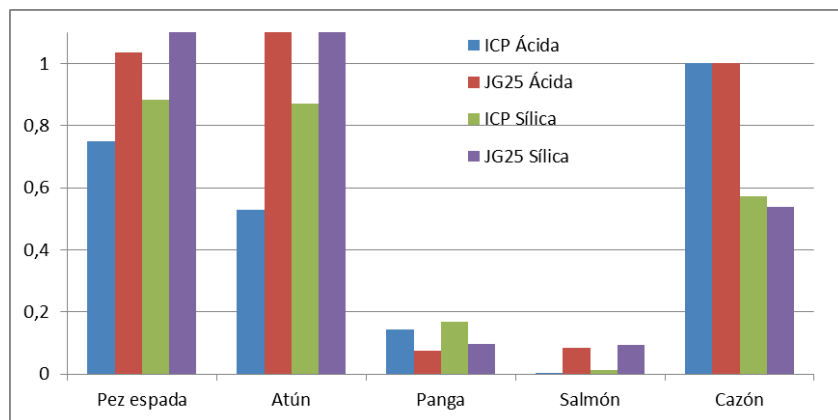


Figura 9. Tabla normalizada respecto al cazón en ácido de las medidas de mercurio total.

Se comparan los resultados entre dos métodos de extracción (ácida y con sílica). Se observó que existe una clara correlación entre resultados, y que se puede comprobar fehacientemente la presencia de mercurio (II) por ambos métodos y con los dos tipos de extracción; es más, la cantidad medida es muy baja con lo cual el error es incluso mayor que la diferencia de resultados en la mayor parte de los casos.

2. DESARROLLO DE SONDAS FLUOROGÉNICAS PARA CEREULIDA Y SU INCLUSIÓN EN MATERIALES NANOESTRUCTURADOS SELECTIVOS.

Existe un gran interés en la comunidad científica por desarrollar sensores químicos para la detección de metabolitos de bacterias de alta toxicidad en alimentos, que son marcadores de la existencia de contaminación biológica al mismo tiempo que constituyen un riesgo para la salud. La detección de metabolitos de agentes infecciosos en alimentos y agua es crítica para el desarrollo de medidas adecuadas para prevenir brotes sospechosos. Los sensores apropiados deben ser sencillos y requerir una cantidad mínima de reactivos. El sensor debe funcionar además en tiempo real, para ser de utilidad. Uno de los componentes más críticos es el que sirve para el reconocimiento, que debe tener las características de especificidad, sensibilidad, reproducibilidad y aplicabilidad al reconocimiento de la toxina específica de un determinado agente patógeno.

Por todo esto es de gran importancia la detección de bacterias como el bacillus cereus, que produce la cereulida, responsable de problemas gastrointestinales y con gran citotoxicidad; que puede estar presente en algunos alimentos en mal estado como el arroz.

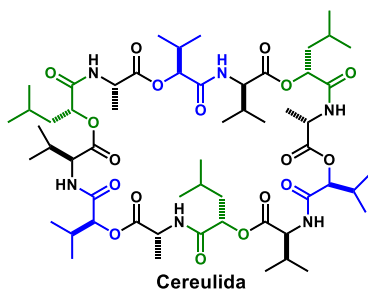


Figura 10. Estructura de la cereulida

El funcionamiento de esta toxina es mediante desplazamientos del equilibrio debido a su gran afinidad por los cationes potasio. La afinidad por el catión potasio permitiría que mediante el desarrollo en el laboratorio de una molécula capaz de cambiar su fluorescencia selectivamente en presencia de este catión, se pueda detectar distinta respuesta en muestras que contienen cereulida o que no; debido a la competitividad de procesos.

En la actualidad se está trabajando en los siguiente puntos:

- Preparación de moléculas fluorogénicas selectivas para catión potasio.

Aún está en desarrollo pero algunos resultados preliminares ya dan gran selectividad a este catión, con cambios notables en la fluorescencia.

- Optimización de los sensores de desplazamiento para la detección de cereulida.

Se ha probado el funcionamiento del método y desarrollado un procedimiento de medida que permite la cuantificación.

- Anclaje de los receptores anteriormente preparados a sílica y polímeros, para utilización directa en muestras biológicas.

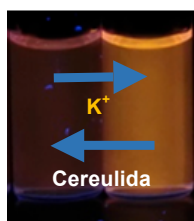


Figura 11. Respuesta fluorescente de una sonda sintetizada selectiva de potasio.

REFERENCIAS

Borja Díaz de Greñu Puertas; José García Calvo; José Vicente Cuevas Vicario; García Herbosa; Begoña García; Natalia Busto; Saturnino Ibeas Cortés; Tomás Torroba Pérez; Blanca Torroba; Antonio Herrera; Sebastian Pons. Chemical Speciation of MeHg⁺ and Hg²⁺ in Water Solutions and HEK Cells Nuclei by means of DNA Interacting Fluorogenic Probes. *Chemical Science*. 6, pp. 3757 - 3764. Royal Society of Chemistry, 30/04/2015.

- J.-M. Parks, A. Johs, M. Podar, R. Bridou, R.-A. Hurt Jr., S. D. Smith, S.-J. Tomanicek, Y. Qian, S.-D. Brown, C.-C. Brandt, A.-V. Palumbo, J.-C. Smith, J.-D. Wall, D.-A. Elias, L. Liang, The Genetic Basis for Bacterial Mercury Methylation, *Science* 2013, 339, 1332-1335.

LA MEDIACIÓN, UNA ALTERNATIVA DIFERENTE PARA LA RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS

RODRIGO MIGUEL BARRIO¹

Universidad de Burgos, Facultad de Derecho

RESUMEN

El objeto del presente trabajo es realizar una breve introducción a la figura de la mediación civil y penal. Primero se estudiará la mediación civil, concepto, caracteres y su regulación actual, tanto a nivel europeo como nacional. Una vez visto esto, pasaremos a la mediación penal, centrándonos en la Justicia Restaurativa, definiciones, caracteres y objetivos. Para acabar valoraremos la escasa regulación que tiene esta figura así como hablaremos brevemente del Código Procesal Penal y de los proyectos pilotos de nuestros juzgados.

Palabras clave: Derecho procesal, mediación, mediación civil, mediación penal, conflicto, victimización secundaria.

ABSTRACT

The purpose of this paper is a short introduction to the figure of the civil and criminal mediation. First, we will study civil mediation, concept, characters and its current legislation, both at European and national level. After seeing this, we turn to criminal mediation, focusing on restorative justice, definitions, characters and objectives. Finally we assess the lack of regulation that has this figure and briefly discuss the Criminal Procedure Code and the projects pilots of our courts.

Keywords: Processal law, mediation, civil mediation, criminal mediation, conflict, secondary victimization.

1. INTRODUCCIÓN

A día de hoy, la mediación es una figura controvertida y que ha creado muchos estudios que han provocado una rica doctrina, pero una escasa práctica en España. Y aunque sea una figura antigua, todavía no ha conseguido pasar las fronteras de nuestro derecho, un sistema anclado en el pasado y cuyo pilar fundamental, la Constitución Española de 1978, no introdujo nada más que un modelo de resolución de conflictos anclado en el pasado.

Nuestro sistema tiene como referencia el artículo 24 CE sobre la tutela judicial efectiva. Este artículo otorga protección a las personas físicas, nacionales o extran-

¹ *Bajo la supervisión de la catedrática Mar Jimeno Bulnes*

teras, titulares de derechos e intereses legítimos y a las personas jurídicas². Según el Tribunal Constitucional (TC) su naturaleza “*no es la de un derecho de libertad ejercitable sin más, directamente a partir de la Constitución, sino la de un derecho de prestación, que sólo puede ejercerse por los cauces que el legislador establece o, dicho de otro modo, es un derecho de configuración legal*”³. Dentro de este artículo nos encontramos con el derecho de libre acceso a los Jueces y Tribunales y es que “desde la STC 37/1995, de 7 de febrero, se ha venido reiterando que el núcleo del derecho fundamental a la tutela judicial proclamado por el artículo 24.1 CE consiste en el acceso a la jurisdicción”⁴. Todos los ciudadanos tienen derecho a acudir a los tribunales, pero en ningún momento aquí se habla de la posibilidad de que los ciudadanos puedan acudir a otros métodos de resolución de conflictos, a los Alternative Dispute Resolution o Mecanismos Alternativos de Solución de Conflictos (ADR O MASC). Por lo tanto, nuestra Constitución obvia toda solución de conflictos más allá de la solución clásica, o sea, acudir ante los tribunales para que estos dicten sentencia.

Por ello, el desarrollo de estos nuevos instrumentos se ha desarrollado de forma lenta y tardía, empezándose por la regulación autonómica⁵, sobretudo de mediación familiar, hasta que en 2012 el Gobierno traspuso la Directiva 2008/52/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, sobre ciertos aspectos de la *mediación* en asuntos civiles y mercantiles, obteniendo por fin la esperada Ley 5/2012, de 6 de julio, de mediación en asuntos civiles y mercantiles.

Pero en materia penal, la mediación todavía no ha sido regulada, estando en un limbo jurídico, y siendo potenciada por los juzgados e instituciones que, mediante experiencias piloto, intentan no sólo resolver conflictos penales de las personas, sino dar a conocer la utilidad de esta figura.

El presente trabajo busca dar a conocer brevemente tanto la mediación civil como la penal, indicando su utilidad y regulación dentro de nuestro ordenamiento, acabando con una brevísima reflexión final.

2. LA MEDIACIÓN: ASPECTOS GENERALES

La mediación es un método de resolución de conflictos entre dos o más personas, con la ayuda de un tercer sujeto, el cual es el mediador, que buscarán un acuerdo, en un periodo de tiempo razonable, que beneficie a ambas partes. Es un método reciente, implementado en los años 70’ en Estados Unidos, pero que lo podemos situar incluso en el Nuevo Testamento (1 Corintio 6: 1-4) o en la Antigua China, a través de antiguos Comités para la resolución de conflictos que han evolucionado en los actuales Comités Populares de mediación.

Multitud de autores han definido esta figura, pero nosotros nos vamos a quedar con dos definiciones. BARONA VILAR [1] dice: “...*en la mediación no hay proceso ni jurisdicción. Es un procedimiento extrajurisdiccional, en virtud de lo cual los suje-*

² STC 19/1983 de 14 de marzo de 1983, STC 91/1991 de 25 de abril de 1991, STC 100/2000 de 10 de abril, STC 175/2001 de 26 de julio de 2001 y STC 28/2008 de 11 de febrero de 2008.

³ STC 99/1985 de 30 de septiembre de 1985, Fundamento jurídico 4

⁴ STC 223/2001 de 5 de noviembre de 2001, STC 73/2004 de 22 de abril de 2004, STC 237/2005 de 26 de septiembre de 2005, STC 119/2008 de 13 de octubre de 2008, STC 29/2010 de 27 de abril de 2010

⁵ La primera ley sobre mediación en España es la Ley 1/2001, de 15 de marzo, de mediación familiar de Cataluña, BOE Número: 91, 16/04/2001, Disposición nº 7380.

tos en conflicto deciden voluntariamente reconocerse capacidad para participar en la resolución de un conflicto, con intervención del mediador; buscando una solución que deberá suscribirse en un acuerdo que implicará cesiones por ambas partes y un restablecimiento de la situación previa al conflicto, ora solucionándola ora aprendiendo a gestionar el mismo..."

La segunda definición es la de VINYAMATA [2], el cual define a la mediación como *"el proceso de comunicación entre partes en conflicto con la ayuda de un mediador imparcial que procurará que las personas implicadas en una disputa puedan llegar, por ellas mismas, a establecer un acuerdo que permita recomponer la buena relación y dar por acabado, o al menos mitigado, el conflicto, que actúe preventivamente o de cara a mejorar las relaciones con los demás..."*.

Como hemos visto, las partes resuelven, gracias a la intervención de un mediador, su conflicto de la manera más satisfactoria, pero para ello han de cumplirse una serie de características propias de este instrumento:

- Neutral e Imparcial: El mediador no toma de decisiones, ni se sitúa a favor o en contra de ninguna parte, sino que busca un acercamiento de posturas.
- Voluntaria: Las partes inician deciden iniciar el proceso, interrumpirlo o finalizarlo.
- Confidencial: Lo expuesto en una sesión no será utilizado fuera del proceso de mediación, excepto cuando nos encontremos con un hecho constitutivo de falta o delito.
- Flexible: El proceso de mediación se adapta a las características y necesidades de las partes.
- Autodeterminación de las partes: son las partes quienes generan alternativas y opciones de solución al conflicto, son ellas las que llegan a un acuerdo.

La mediación puede utilizarse en todos los ámbitos donde exista un conflicto, y las más trabajadas son la mediación civil (y dentro de ella encontraríamos la mediación familiar⁶, mediación mercantil, mediación en el ámbito comunitario, mediación en el ámbito de la vivienda, mediación sanitaria y mediación de consumo), mediación laboral, mediación penal y mediación penitenciaria.

Hay muchas razones que nos llevan a confiar en esta figura, como la pérdida de confianza de las personas en el sistema judicial, la sobresaturación del mismo, la búsqueda de decisiones acordes con las necesidades de los participantes o el deseo de cercanía personal y social con la figura decisoria [3]. La finalidad principal es la solución de los conflictos entre personas acudiendo a un tercero con autoridad reconocida por las partes intervinientes para que éste pueda ayudar solucionarlo de forma pacífica.

⁶ Regulada por la ley 5/2012, de 6 de julio, de mediación en asuntos civiles y mercantiles, y por la normativa autonómica de mediación familiar (en nuestro caso, la Ley 1/2006, de 6 de abril, de Mediación Familiar de Castilla y León) y ORTUÑO MUÑOZ [4] la define como el: *"...proceso de construcción y reconstrucción del vínculo familiar sobre los ejes de la autonomía y de la responsabilidad de las partes afectadas por un conflicto, en cuyo proceso interviene un tercero imparcial, independiente, cualificado y sin ningún poder de decisión, que es el mediador familiar; para facilitar, a través de la realización de entrevistas confidenciales, la reanudación de la comunicación entre las partes y la autogestión del conflicto dentro del ámbito privado familiar, teniendo en consideración la peculiaridad de las situaciones, su diversidad y la evolución de las relaciones familiares..."*

La mediación es un método de resolución de conflictos más amigable, que otorga el protagonismo a las partes, siendo estas las que buscan una solución que beneficie a ambas, dejando a tras el sistema judicial el cual otorga un resultado de ganador-perdedor, mientras que la mediación otorga un resultado de ganador-ganador, ya que es una solución buscada y trabajada por ambos. Y para la resolución del conflicto las partes no estarán solas, sino que tendrán la ayuda y el apoyo del mediador, un tercero que no resuelve el conflicto, sino que a través de sus conocimientos, ayuda a las partes a la obtención del acuerdo, siendo totalmente imparcial. El mediador se centrará en las circunstancias de las partes sin utilizar un estilo para todos los procedimientos de mediación, con el fin de *facilitar una discusión centrada en los intereses, mediante técnicas relativas al proceso y la comunicación entre las partes, que permita desvelar las preocupaciones y problemas de las partes, e implicándolas en la búsqueda de soluciones y acuerdos* [3].

3. LA MEDIACIÓN CIVIL

La mediación civil es un método para resolver conflictos que nacen en el ámbito privado, tales como contratos, consumo, propiedad horizontal o familiar entre otras. Nuestro ordenamiento regula esta materia a través de la Ley 5/2012, de 6 de julio, de mediación en asuntos civiles y mercantiles y es importante aquí destacar la diversidad de normativa autonómica acerca de la mediación familiar.

3.1. La legislación de la mediación civil

La mediación es una materia que no ha quedado fuera de la regulación estatal, pudiéndose ver un duro trabajo por parte de los Estados y de la Unión Europea en la consecución de una regulación más o menos armonizada dentro de la Unión.

El principio de acceso a la justicia es fundamental y por ello la Unión Europea ha trabajado en facilitar este acceso a la justicia y al acceso a procedimientos alternativos extrajudiciales a través del Consejo Europeo, en su reunión de Tampere de 15 y 16 de octubre de 1999, con la publicación del Libro Verde de 2002 acerca de modalidades alternativas de resolución de conflictos en el ámbito civil y mercantil y la Directiva 2008/52/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de mayo de 2008 sobre ciertos aspectos de la mediación en asuntos civiles y mercantiles con el fin de *“asegurar un mejor acceso a la justicia y contribuir al correcto funcionamiento del mercado interior, en particular en lo referente a la disponibilidad de servicios de mediación”*. Esta Directiva es importante pero no ha satisfecho a la mayoría, recibiendo gran cantidad de críticas [5] por la falta de regulación de multitud de materias como la configuración profesional de los mediadores, los modelos de mediación o el proceso de mediación [6], o por la poca seguridad jurídica que otorga al acuerdo obtenido [7], pero nadie puede negar su importancia al *“ayudar a conseguir una progresiva conversión de la cultura de la reclamación en la cultura del acuerdo. Conversión que será lenta pero permitirá que algunos conflictos destinados a solventarse en juicio y a crear animadversión entre las partes se resuelvan casi amigablemente y se reduzca, siquiera mínimamente, la abrumadora carga de trabajo que pesa sobre los tribunales”* [8]. Dentro de nuestras fronteras nos encontramos con multitud de legislación autonómica acerca de la mediación (ejemplo de ello es la Ley 1/2006, de 6 de abril, de Mediación Familiar de Castilla y León) o la Ley 5/2012, de 6 de julio, de mediación en asuntos civiles y mercantiles, que traspone la Directiva citada anteriormente y desarrolla el procedimiento de mediación civil y mercantil en España, dando un fuerte impulso a esta figura.

3.2. Breve acercamiento al procedimiento de mediación

Siguiendo la Ley 5/2012 de mediación en asuntos civiles y mercantiles, el proceso de mediación podrá iniciarse de varias maneras⁷: (a) De común acuerdo entre las partes (en este caso la solicitud⁸ incluirá la designación del mediador o la institución de mediación en la que llevarán a cabo la mediación, así como el acuerdo sobre el lugar en el que se desarrollarán las sesiones y la lengua o lenguas de las actuaciones); o (b) por una de las partes en cumplimiento de un pacto de sometimiento a mediación existente entre aquéllas.

El desarrollo del procedimiento de mediación se encuentra regulado en los artículos 16-24 de la Ley 5/2012. La duración del procedimiento de mediación será lo más breve posible y sus actuaciones se concentrarán en el mínimo número de sesiones⁹, debiendo de realizarse una sesión constitutiva¹⁰ en la que las partes expresarán su deseo de desarrollar la mediación y dejarán constancia de, la identificación de las partes, la designación del mediador, el objeto del conflicto, programa de actuaciones, duración máxima, coste del procedimiento, declaración de aceptación voluntaria por las partes de la mediación y el lugar de celebración de las sesiones.

El procedimiento de mediación puede concluir en acuerdo o finalizar sin alcanzar dicho acuerdo, bien sea porque todas o alguna de las partes lo decidan así o bien porque haya transcurrido el plazo máximo acordado por las partes para la duración del procedimiento, así como cuando el mediador aprecie de manera justificada que las posiciones de las partes son irreconciliables. El acuerdo de mediación puede versar sobre una parte o sobre la totalidad de las materias sometidas a la mediación. Se realizará por escrito y en él deberá constar la identidad y el domicilio de las partes, el lugar y fecha en que se suscribe y las obligaciones de cada parte. Debe de haber indicación del mediador o mediadores que han intervenido o de la institución de mediación en la cual se ha desarrollado el procedimiento. El acuerdo de mediación deberá firmarse por las partes o sus representantes y tiene carácter vinculante, por lo que las partes pueden instar su elevación a escritura pública al objeto de configurar su acuerdo como un título ejecutivo. En principio, se supone que su cumplimiento será voluntario por las partes, pero puede darse el caso de un no cumplimiento, y por ello, la Ley 5/2012 recoge la posibilidad de convertir ese acuerdo extrajudicial en escritura pública para que tenga así fuerza ejecutiva ante los Tribunales, más concretamente, ante el Juzgado de Primera Instancia del lugar en que se hubiera firmado el acuerdo de mediación. En cuanto al acuerdo de mediación intrajudicial, el artículo 25.4 de la Ley 5/2012 indica que *“cuando el acuerdo se hubiere alcanzado en una mediación desarrollada después de iniciar un proceso judicial, las partes podrán solicitar del tribunal su homologación de acuerdo con lo dispuesto en la Ley de Enjuiciamiento Civil”*. Este auto tendrá fuerza ejecutiva de conformidad al artículo 517 de la Ley de Enjuiciamiento Civil¹¹.

⁷ Artículo 16 de la Ley 5/2012, de 6 de julio, de mediación en asuntos civiles y mercantiles

⁸ La solicitud se formulará ante las instituciones de mediación o ante el mediador propuesto por una de las partes a las demás o ya designado por ellas.

⁹ Artículo 20 de la Ley 5/2012, de 6 de julio, de mediación en asuntos civiles y mercantiles

¹⁰ Artículo 19 de la Ley 5/2012, de 6 de julio, de mediación en asuntos civiles y mercantiles

¹¹ El artículo 517.2.2º nos indica que aparejada ejecución los *“los laudos o resoluciones arbitrales y los acuerdos de mediación, debiendo estos últimos haber sido elevados a escritura pública de acuerdo con la Ley de mediación en asuntos civiles y mercantiles”*.

3.3. Mediación intrajudicial y extrajudicial civil

Nos encontramos, de manera indiscriminada, tanto a la mediación intrajudicial como a la extrajudicial, sin dar más importancia a sus diferencias o similitudes, pero, ¿realmente tienen diferencias? Si, pocas, pero tienen unos aspectos que las hacen diferentes. Ambas se desarrollarán a través de la Ley 5/2012, y van a tener un procedimiento similar, así como un fin idéntico, la solución del conflicto. Pero su diferencia es que en la mediación intrajudicial¹² se ha iniciado ya un procedimiento judicial y es el juez el que invita a las partes a resolver sus diferencias a través de un procedimiento de mediación, mientras que en la mediación extrajudicial¹³ son las partes las que eligen resolver sus diferencias ante un mediador sin haber iniciado previamente un procedimiento judicial. Esto va a influir en la rapidez del proceso, ya que, al no tener que iniciar todo el mecanismo judicial, la mediación extrajudicial será más breve y no existirá la participación de abogados, procuradores, jueces, secretarios judiciales ni toda la infraestructura administrativa que supone el inicio de un procedimiento.

La mediación intrajudicial civil no está teniendo el éxito esperando, pudiéndose observar un número muy bajo de mediaciones efectuadas (un total de 119), y solamente finalizaron con acuerdo un 31% (Fig.1). Parece ser que, a pesar de la regulación y del trabajo de los juzgados y del Consejo General del Poder Judicial, es una figura que todavía no ha arraigado lo suficiente y necesita una mayor concienciación dentro de la sociedad española.

2014		
TOTAL derivaciones realizadas	549	
		Porcentaje
Total de mediaciones efectuadas	119	
Finalizadas con acuerdo	37	31.09%
Finalizadas sin acuerdo	82	68.90%

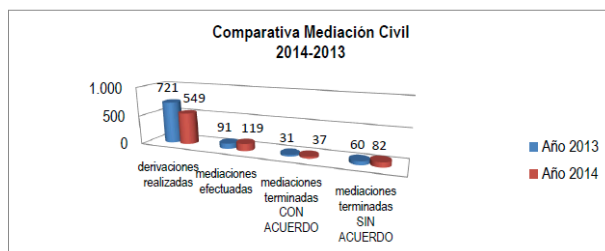


Figura 1. Tabla publicada por el Consejo General del Poder Judicial¹⁴

¹² Las partes enfrentadas que han iniciado un proceso Judicial son dirigidas por el Juez a resolver sus diferencias en un procedimiento de Mediación con un Mediador cualificado y fuera del proceso judicial.

¹³ Las partes enfrentadas, sin necesidad de iniciar un proceso Judicial, acuden a un Mediador cualificado para resolver sus diferencias mediante el procedimiento de Mediación.

¹⁴ “Mediación intrajudicial en España: 2014” publicado por el Consejo General del Poder Judicial y disponible en: <http://www.poderjudicial.es/cgpj/es/Temas/Mediacion/Datos-estadisticos/Mediacion-intra-judicial-en-Espana--datos-2014> (última visita 15/10/2015)

4. MEDIACIÓN PENAL

La Justicia Restaurativa¹⁵, más conocida aquí como mediación penal (a pesar de no ser lo mismo), está todavía muy poco estudiada, y nos encontramos con una gran escasez de normas debido a lo reciente que es (no hay que olvidar que el primer antecedente reside en 1974 en Ontario¹⁶ [9]). Podemos decir claramente que, mientras que en el derecho comparado existen grandes expectativas en cuanto a su utilización [10], en nuestro derecho hay un desánimo y multitud de dudas que alejan su consolidación [11].

4.1. Mediación penal y/o Justicia Restaurativa

La mediación penal se tiende a equiparar como Justicia Restaurativa, cuando en realidad la mediación es uno de los instrumentos (el menos restaurativo) de la Justicia Restaurativa¹⁷ o *restorative justice*¹⁸ para obtener una restitución y reparación de la víctima de un delito¹⁹.

“La Justicia Restaurativa se cuestiona la forma en que se ha hecho justicia hasta ahora, y ofrece un nuevo enfoque que sitúa a víctima e infractor en el centro de la búsqueda de la justicia” [12]. Busca que se tenga en cuenta a la víctima y al infractor, que se tengan en cuenta sus situaciones, sus sentimientos, y una vez se consiga, se conseguirá una resolución no violenta del conflicto [13] a través de un diálogo sincero en el que la víctima sea escuchada y el infractor rinda cuentas directamente con ella a través de la disculpa y la reparación.

En palabras de CUADRADO SALINAS [14], nos define la mediación penal como *“un proceso en el que se facilita el encuentro cara a cara entre la víctima de*

¹⁵ Para un mayor estudio de la Justicia Restaurativa, Ignacio José Subijana Zunzunegui, I.J. /Reyes Mate, R., Varona Martínez, G., y otros. (2013). Justicia restaurativa, una justicia para el siglo XXI: potencialidades y retos. Cuadernos penales, Núm.9. Universidad de Deusto, Bilbao.

¹⁶ Un oficial de libertad vigilada propuso al juez un castigo diferente para dos chicos que habían causado daños en vehículos. Este nuevo castigo fue tener que encontrarse con las víctimas, pedirles perdón y reparar el daño producido.

¹⁷ Los otros dos instrumentos son los círculos de sentencia y los grupos de comunidad o *conferecing*.

¹⁸ Para una distinción de Mediación penal y Justicia Restaurativa, ETXEBARRIA ZARRABEITIA, X. (2011). Justicia restaurativa y fines del Derecho Penal, en Martínez Escamilla y Sánchez Álvarez, M.P. (eds.), Justicia restaurativa, mediación penal y penitenciaria: un renovado impulso, Reus, Madrid y en el mismo sentido JIMENO BULNES, M. (2015). ¿Mediación penal y/o justicia restaurativa? Una perspectiva europea y española. Diario La Ley, Nº 8624

¹⁹ Según la asociación ÍTER, Profesionales de la Mediación, *“el modelo de Justicia Restaurativa tiene una serie de diferencias con el modelo tradicional de Justicia: (a) el delito ya no se trata como una infracción de la norma penal sino como un conflicto social en el que se cruzan intereses diversos dentro de un proceso dinámico dentro de un sistema global; (b) la responsabilidad ya no es tratada como un juicio individual del comportamiento, sino como una parte de un conjunto de circunstancias del medio social en el que los roles y los niveles de intervención son esenciales; (c) los protagonistas ya no son el agresor y el poder punitivo estatal, sino el agresor y la víctima; (d) se abandona el sistema adversarial tradicional y se opta por un sistema de diálogo conducido por un mediador que debe promover la comunicación entre las partes; (e) el control del procedimiento no reside sólo en el poder judicial, sino también en toda la comunidad en general y (f) la finalidad del sistema no es tanto la persecución y castigo de delitos sino la resolución de conflictos a través de la asunción de responsabilidades y la reparación del daño”*. Disponible en <http://www.itermediadores.org/mediacion-penal/> (última visita 14/10/2015)

un delito o falta y su agresor, intervenida por un mediador, que les permitirá expresar emociones, opiniones y versiones de los motivos y circunstancias en las que se cometió el mismo, el efecto causado y sufrido por la víctima, y en el que ambas partes podrán decidir, de común acuerdo, la mejor forma de reparar el daño causado". Muy similar a ello son el *Conferencing* y el *Círculo de Sentencia*. El *Conferencing* se caracteriza por la intervención, aparte de víctima e infractor, de sus familias y amistades, con el fin de conseguir un plan de reparación, confrontar al delincuente con el delito y desarrollar maneras para prevenir el comportamiento delictivo. Al existir más personas implicadas, que son muy cercanas al infractor, provocan un seguro a la hora del cumplimiento de lo pactado. El círculo de sentencia es un modelo más amplio ya que, a parte de los sujetos anteriormente indicados, aquí se añaden miembros de la comunidad, defensores de víctimas, policías, fiscales, consejo de defensa, policía y jueces, que confeccionan un plan de sentencia que satisfaga a todas las partes. Este plan de sentencia busca la reparación total del daño, dar una voz a todos los miembros del círculo, la resocialización del infractor y la construcción de unos valores comunitarios. En ambos modelos, la figura del mediador es sustituida por la del facilitador, que buscará la potenciación del diálogo pero tendrá un menor poder de intervención. Todas ellas tienen una serie de características (Fig.2) tales como voluntariedad, gratuidad, confidencialidad, oficialidad, flexibilidad y bilateralidad e igualdad de partes, y buscan²⁰:

1. Diálogo sincero y responsable entre víctima y autor de los hechos, restableciendo los canales de comunicación, generando un tercer espacio [15] y consiguiendo la reparación o resarcimiento del daño creado a la víctima, viéndose restaurada en su situación
2. Evita la victimización secundaria, la cual, en palabras de JIMENO BULNES [16] "*llega a mostrarse más perniciosa y perjudicial para la víctima que la «victimización primaria»*" debido a, entre otras cosas, tener que revivir todo el acto lesivo en un juicio oral (multitud de veces, o casi todas, como un simple testigo) e incluso un posible mayor perjuicio en caso de que trascienda el hecho a la sociedad a través de los medios de comunicación.
3. La resocialización del ofensor o causante del daño.
4. Obtener un proceso rápido, ágil y económico, desatascando así el actual sobresaturado sistema de justicia español, siendo por tanto beneficioso para el autor y el contribuyente [17].

²⁰ Según Naciones Unidas en su "Manual sobre Programas de Justicia restaurativa" de 2006, los objetivos de la Justicia Restaurativa son: (a) *restaurar el orden y la paz de la comunidad y reparar las relaciones dañadas*; (b) *denunciar el comportamiento delictivo como inaceptable y reafirmar los valores de la comunidad*; (c) *dar apoyo a las víctimas, darles voz, permitir su participación y atender sus necesidades*; (d) *motivar a todas las partes relacionadas para responsabilizarse, especialmente a los ofensores*; (e) *identificar resultados restaurativos futuros* y (f) *Prevenir la reincidencia motivando el cambio en los ofensores y facilitando su reintegración a la comunidad*.

Atributos comunes de los programas de justicia restaurativa	
Las víctimas del delito tienen la oportunidad de:	Los delincuentes tienen la oportunidad de:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participar directamente en la solución de la situación y de las consecuencias del delito ▪ Recibir respuestas a sus preguntas sobre el delito y el delincuente ▪ Expresar el impacto del delito sobre ellos ▪ Recibir restitución o reparación ▪ Recibir una disculpa ▪ Restaurar, cuando sea adecuado, la relación con el delincuente ▪ Lograr cierre 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reconocer su responsabilidad en el delito y entender los efectos del delito en la víctima ▪ Expresar emociones (aún remordimiento) por la ofensa ▪ Recibir apoyo para reparar el daño causado a la víctima o a la familia ▪ Enmendar o realizar restitución/reparación ▪ Disculparse con las víctimas ▪ Restaurar su relación con la víctima, cuando sea adecuado ▪ Lograr cierre

Figura 2. Tabla publicada Naciones Unidas²¹

Como conclusión indicar que el uso de la Justicia Restaurativa o mediación penal, en palabras de la profesora BELLOSO MARTÍN [18], *no menoscaba “el ius puniendi del Estado”*, sino que *“lo complementa con otras medidas”*²². Por tanto, la Justicia Restaurativa ha de introducirse como un complemento voluntario de nuestro sistema penal, y nunca como una alternativa.

4.2. Regulación de la mediación penal

Esta figura es una de las asignaturas pendientes de nuestro ordenamiento, que a pesar de los intentos y del gran trabajo del Consejo General del Poder Judicial²³ y de los Juzgados que ofrecen este servicio, el legislador español no ha creído conveniente su inclusión en nuestro ordenamiento.

La Decisión Marco del Consejo de la Unión Europea, de 15 marzo 2001, relativa al estatuto de la víctima en el proceso penal (2001/220/JAI) obligaba a los Estados miembros a procurar “impulsar la mediación en las causas penales”, pero nuestro legislador desoyó esta decisión y una nueva Directiva, más conocida como el Estatuto

²¹ “Manual sobre Programas de Justicia restaurativa”, Naciones Unidas, 2006. Disponible en: https://www.unodc.org/documents/justice-and-prison-reform/Manual_sobre_programas_de_justicia_restaurativa.pdf (última visita 27/10/15)

²² Prosigue indicando: [...] *“Como rasgos principales podemos destacar: Los procesos restaurativos deben utilizarse únicamente cuando haya pruebas suficientes para inculpar al delincuente, y con el consentimiento libre y voluntario de la víctima y del delincuente; La víctima y el delincuente podrán retirar ese consentimiento en cualquier momento del proceso; Se llegará a los acuerdos de forma voluntaria y solo contendrán obligaciones razonables y proporcionadas; La víctima y el delincuente normalmente deben estar de acuerdo sobre los hechos fundamentales de un asunto como base para su participación en un proceso restaurativo; La participación del delincuente no se admitirá como prueba de admisión de culpabilidad en procedimientos jurídicos ulteriores”*].

²³ Un ejemplo de ello es la “Guía para la práctica de mediación intrajudicial” en la que se incluyen los protocolos a seguir para las diferentes mediaciones, incluidas la mediación penal. Disponible en: <http://www.poderjudicial.es/cgpj/es/Temas/Mediacion/Que-es-la-mediacion/Protocolos> (última visita 15/10/2015)

de la Víctima²⁴, ha vuelto a poner de relieve la figura de la Justicia Restaurativa, pero es algo todavía no concretado. En esta directiva se nos indica la importancia que tiene la mediación y su posible utilización para la resolución de conflictos en materia penal y es que *“los servicios de justicia reparadora, incluidos, por ejemplo, la mediación entre víctima e infractor, las conferencias de grupo familiar y los círculos de sentencia, pueden ser de gran ayuda para la víctima”*.

En nuestro derecho no está implementado, y sólo la podemos encontrar dentro del procedimiento de menores, siendo muy útil y conveniente debido a su contenido educativo sobre el menor infractor. Está regulada en los artículos 19 y 27.3 de la Ley Orgánica 5/2000 de 12 de enero, reguladora de la Responsabilidad Penal de los Menores, en el que se considera el sobreseimiento del expediente por conciliación o reparación entre el menor y la víctima, en aquellos hechos en los que por falta de violencia o intimidación graves, y/o delitos menos graves o faltas, el menor se haya conciliado con la víctima o haya asumido el compromiso de reparar el daño causado a la víctima. Otra alusión a esta figura es la prohibición de la mediación penal en los casos de violencia de género por la Ley Orgánica 1/2004 de Medidas de Protección Integral contra la Violencia de Género.

En el procedimiento penal de adultos no está regulado, aunque el Código Procesal Penal, que deberá ver la luz en breve, incluye esta figura en los artículos 145 y ss., provocando una suspensión de las diligencias de investigación o la fase de juicio oral, pudiendo ser la Fiscalía la que inste al desarrollo del proceso de mediación. La regulación es mejorable y nos remite a diversos artículos de la Ley 5/2012, de 6 julio, de mediación en asuntos civiles y mercantiles, en relación a los principios informadores, estatuto del mediador, procedimiento y ejecución de los acuerdos. En la práctica actual solamente nos encontramos esta figura en las experiencias pilotos de juzgados de toda España, con la cooperación de instituciones y asociaciones, las cuales, a pesar de la nula legislación y la multitud variantes prácticas que aplicar, siguen una línea firme en pos de la implementación de la mediación penal²⁵.

Es importante la implementación de esta figura para otorgar un nuevo aire a nuestro Derecho Penal, muy mermado por el paso del tiempo y anclado en el pasado. Pero el problema reside aquí en su regulación. ¿Se puede mediar todo o sólo cierto tipo de conductas? Es una respuesta sin solución por ahora y que depende de la opinión de cada uno. Entendemos que la mediación ha de aplicarse a los delitos con una pena de prisión menor a 5 años, siempre controlada por el Ministerio Fiscal, pudiéndonos encontrar esta figura en delitos como lesiones, amenazas, delitos contra la propiedad, injurias, calumnias, estafa, etc. Y siempre y cuando no exista reincidencia en el autor de los hechos, ya que si una persona que ya ha pasado por una mediación penal vuelve a cometer los hechos, demostraría su poco interés en los principios de esta figura. Es por tanto el legislador el que ha de indicarnos qué delitos se recogen y cuáles no. La mediación penal está demostrando su utilidad, y es que en 2014 se efectuaron 2.243

²⁴ Directiva 2012/29/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2012 por la que se establecen normas mínimas sobre los derechos, el apoyo y la protección de las víctimas de delitos, traspuesta por la Ley 4/2015, de 27 de abril, del Estatuto de la víctima del delito

²⁵ Ejemplo de ello es el Instituto de Justicia Restaurativa – AMEPAX situado en Burgos. Para obtener información acerca de su servicio así como de las memorias, acudir a: <https://sites.google.com/site/justiciarestaurativaamepax/memorias-del-servicio-de-mediacion-penal-de-castilla-y-leon-amepax> (última visita 13/10/2015)

procesos de mediación, acabando con acuerdo un 67% de ellas (Fig.3), demostrando que cada vez hay más confianza en esta figura, que es posible un diálogo entre víctima e infractor que acabe con una reparación del daño y que se puede recuperar para la sociedad a los infractores.

DATOS ANUALES 2014	
TOTAL derivaciones realizadas	4.214
TOTAL mediaciones cerradas (había pendientes año anterior)	4.349
TOTAL mediaciones efectuadas	2.243
TOTAL mediaciones terminadas CON ACUERDO	1.509
	67,27%
TOTAL mediaciones terminadas SIN ACUERDO	734
	32,72%

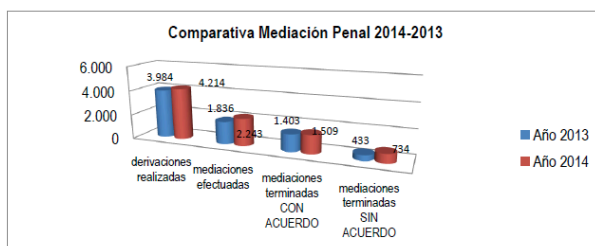


Figura 3. Tabla publicada por el Consejo General del Poder Judicial²⁶

5. CONCLUSIONES

Como podemos ver, la mediación es un instrumento al servicio del ciudadano todavía poco utilizado pero cada vez más importante y con un gran futuro por delante. Es cada vez más frecuente encontrarnos con noticias en los medios de prensa acerca de su utilización o implementación. Es un método que otorga capacidad de resolución al ciudadano, y que, como bien indica TORRES GÁMEZ [19], “*el verdadero éxito de la mediación reside en rebajar la tensión y animadversión acumulada entre las personas enfrentadas*”. Estos buenos presagios iniciales se encuentran con el gran muro del desconocimiento absoluto de la materia, provocando una falta de valoración de la mediación como actividad, como profesión y por tanto, una falta de desarrollo en la práctica [20].

Creemos que, en el ámbito civil, es importante potenciar esta figura, ya que es una método más rápido y económico para la resolución de conflictos, que provocará no sólo la solución del presente, sino el establecimiento de unas bases de trabajo que ayudarán a que no ocurran futuros conflictos o que si ocurrieren, las partes estén en una mayor disposición para su solución sin tener que acudir a ningún sistema de resolución de conflictos.

En el ámbito penal es más difícil de predecir. En principio creemos que esta figura es interesante, pero ha de limitarse su ámbito de aplicación objetivo y subjetivo. El legislador ha de regular esta figura muy cautelosamente, indicando exactamente en

²⁶ “Mediación intrajudicial en España: 2014” publicado por el Consejo General del Poder Judicial y disponible en: <http://www.poderjudicial.es/cgpj/es/Temas/Mediacion/Datos-estadisticos/Mediacion-intra-judicial-en-Espana--datos-2014> (última visita 15/10/2015)

qué fases se puede acudir a ella²⁷, cómo ha de realizarse la reparación y en qué delitos se puede mediar ya que dicha restauración o reparación del daño no puede realizarse en todos los delitos, siendo más acorde en los actuales delitos leves²⁸ o de una pena de prisión inferior a 5 años, y siempre y cuando ambas partes estén en una posición de igualdad. Hay que tener en cuenta que la regulación ha de ser muy cuidadosa debido a las posibilidades de “choque” con diversas garantías procesales, como los derechos de presunción de inocencia, derechos de defensa, derecho a no declarar contra sí mismo y a no confesarse culpable²⁹. Y además no debería centrarse su regulación solamente en la inclusión de la figura de la mediación, sino que deberían añadirse otras figuras restaurativas como los Círculos de Sentencia y los *Conferencing*, debiendo ser incluidas, sobretodo, en el ámbito juvenil³⁰. Como señala BERND-DIETER MEIER [21], “*si la justicia restaurativa desea ser presentada como una seria alternativa a la condena, es necesario que incorpore el complicado equilibrio entre el deseo de informalidad y autonomía del proceso mediador, por un lado, y la necesidad de preservar los derechos y salvaguardas de los sujetos involucrados en el mismo*³¹ por otro lado”.

Queda mucho camino por recorrer, sobre todo en lo referente a la mediación penal, pero gracias a los estudios tanto científico-profesionales como empíricos, es una herramienta en auge y con visos de ser un futuro gran complemento de nuestro sistema de justicia clásico.

REFERENCIAS

- [1] BARONA VILAR, S. (2013). Mediación en asuntos civiles y mercantiles en España. Tirant lo Blanch, Valencia, pp. 104-105.
- [2] VINYAMATA, E. (2007). Aprender mediación, Paidós, Barcelona, p. 17.
- [3] SLAIKEU, C.A. (1996). Para que la sangre no llegue al río. Una guía práctica para resolver conflictos. Granica, Barcelona, 1996
- [4] ORTUÑO MUÑOZ, P. (2015) La mediación como medio de solución de conflictos, en PILLADO GONZÁLEZ, E. y FARIÑA RIVERA, F. Mediación familiar. Una nueva visión de la gestión y resolución de conflictos familiares desde la justicia terapéutica. Tirant Lo Blanc, Valencia, pp. 16-17
- [5] MIRANZO DE MATEO, S. (2010). Quiénes somos, a dónde vamos... origen y evolución del concepto mediación. Revista de Mediación. Año 3. Nº 5. Marzo, p. 9

²⁷ Consideramos que la Justicia Restaurativa puede realizarse en la fase de instrucción (aplicación de una atenuante del artículo 21.5 del Código Penal), en la fase de juicio o posterior a la sentencia pero previa a la ejecución (aplicación de la suspensión de la pena o su sustitución) y en la fase de ejecución (concesión del tercer grado de tratamiento penitenciario, la libertad condicional y la solicitud de indulto).

²⁸ Así las concesiones al principio de oportunidad sólo se realizarían a conductas poco reprochables o leves.

²⁹ En teoría esto no tendría mucho sentido si se configura la mediación penal como voluntaria y sin reproche agravamiento de su situación en caso de su rechazado, como sucede a veces en la práctica con la figura de la conformidad, ya que le Ministerio Fiscal no sólo no aplica una rebaja a la pena por conformidad, sino que ésta va a ser siempre “al alza”.

³⁰ Será importante la figura familiar no sólo para una mejor reparación del hecho, sino para una mejor educación y resocialización del menor infractor.

³¹ Se refiere a infractor, víctima y familia.

- [6] ARIAS RODRÍGUEZ, J.M. (2009). Reflexiones acerca de la Directiva 2008/52/CE sobre ciertos aspectos de la mediación en asuntos civiles y mercantiles, *Revista del Poder Judicial*, nº 88, pp. 133-175
- [7] ORTUÑO MUÑOZ, P. (2013). Curso de mediación mercantil: Principios de la Directiva europea 52/2008, sobre mediación en el ámbito civil y mercantil. Editorial la Ley. p.12
- [8] GIL NIEVAS, R; (2008). La Directiva 2008/52/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de Mayo de 2008, sobre ciertos aspectos de la mediación en asuntos civiles y mercantiles, *Actualidad Jurídica Aranzadi*, nº 768/2008, p.12
- [9] BELTRÁN MONTOLIU, A. (2009). Modelo de mediación en los Estados Unidos de América, en BARONA VILAR, S. (dir.), *La mediación penal para adultos. Una realidad en los Ordenamientos jurídicos*. Tirant lo Blanch, Valencia, p.60
- [10] QUINTERO OLIVARES, G. (2011). Sobre la Mediación y la Conciliación en el Sistema Penal Español, en CASTILLEJO MANZANARES, R. (dir.), *Violencia de Género, Justicia Restaurativa y Mediación*, Editorial La Ley, p. 512.
- [11] PÉREZ-SALAZAR RESANO, M. (2008). La Mediación Civil y Penal. Un Año de Experiencia, Editorial Consejo General del Poder Judicial, Madrid, p. 271.
- [12] BELLOSO MARTÍN, N. (2010). Anotaciones sobre alternativas al sistema punitivo: la mediación penal. *Revista Eletrônica de Direito Processual*. Año 4, Volúmen V, p. 154. Traduciendo las palabras de KEARNEY, Niall, Presidente del European Forum for Restorative Justice (Carta de Presentación del I Congreso Internacional sobre Justicia Restaurativa y Mediación Penal. Dimensiones teóricas y repercusiones prácticas”, celebrado en la Facultad de Derecho de la Universidad de Burgos (España) entre los días 04 y 05 de marzo de 2010).
- [13] RÍOS MARTÍN, J. (2007). La mediación penal: acercamiento desde perspectivas críticas del sistema penal, en *Estudios de Derecho Judicial. Alternativas a la Judicialización: la mediación de los conflictos*, nº3. Madrid, pp.139-164.
- [14] CUADRADO SALINAS, C. (2015). La mediación: ¿una alternativa real al proceso penal? *Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología*. Enero de 2015, p.2
- [15] MARTÍNEZ ARRIETA, A. (2010). Mediación como Tercera Vía de Respuesta a la Infracción Penal, en VV.AA, *Mediación Penal y Penitenciaria: 10 años de camino*. Fundación AGAPE, p.77
- [16] JIMENO BULNES, M. (2015). ¿Mediación penal y/o justicia restaurativa? Una perspectiva europea y Española. *Diario La Ley*, Nº 8624, p. 3
- [17] BARNETT, R.E. (1977). Restitution: a new paradigm of criminal justice. *Ethics*, v87, pp. 279 y ss.
- [18] BELLOSO MARTÍN, N. (2010). Anotaciones sobre alternativas al sistema punitivo: la mediación penal. *Revista Eletrônica de Direito Processual*. Año 4, Volúmen V, p. 157
- [19] TORRES GÁMEZ, A. (2015) Mediación intrajudicial civil. Reflejo Jurisprudencial, en *Revista Aranzadi Doctrinal* num.3/2015 parte Estudio, Pamplona. p 4.
- [20] BOQUÉ TORREMORELL, M.C. (2013). La mediación como disciplina y como profesión, en CASTILLEJO MANZANARES, R. (dir.), *La mediación:*

nuevas realidades, nuevos retos. Análisis en los ámbitos civil y mercantil, penal y de menores, violencia de género, hipotecario y sanitario. La Ley, Madrid, p 45.

- [21] BERND- DIETER MEIER, R, (1998). Restorative Justice - A New Paradigm in Criminal Law? European Journal of Crime. Criminal Law and Criminal Justice, vol. 6/2, p. 133

CÁLCULO ANALÍTICO E INTERPRETACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DE LA MEDIDA DE IRRADIANCIA SOLAR GLOBAL, DIFUSA Y REFLEJADA

MIGUEL DE SIMÓN-MARTÍN¹, CRISTINA ALONSO-TRISTÁN² Y MONTSERRAT DíEZ-MEDIAVILLA³

Grupo de Investigación SWIFT. Universidad de Burgos, España.

¹desimon.martin@gmail.com, ²catristan@ubu.es, ³mdmr@ubu.es

RESUMEN

Para el modelado y simulación de plantas energéticas basadas en tecnologías solares (fotovoltaica, térmica o híbrida) resulta indispensable disponer de medidas precisas del potencial solar. Además, para la integración de estos sistemas en edificios, por ejemplo, ya no sólo resulta necesario la observación de la irradiancia solar en el plano horizontal, sino que se precisan medidas de todas sus componentes y sobre diferentes superficies.

La medida de la irradiancia se realiza normalmente mediante dos instrumentos: el piranómetro para la irradiancia solar global, difusa y reflejada, y el pirheliómetro, para la medida de irradiancia directa. Aunque existen procedimientos para la calibración y determinación de la incertidumbre de instrumentos patrón, que pueden certificarse en laboratorio, no se ha llegado a un acuerdo en la comunidad científica internacional para calcular la incertidumbre de medida de instrumentos de campo.

En el enfoque que se propone, en primer lugar se analizan las diferentes fuentes de error posibles para la medida de todas las componentes de la irradiancia. A continuación se indica un procedimiento sistematizado para el cálculo de la incertidumbre expandida de los diferentes sensores en función de la componente medida, el plano sobre el cual se ha ejecutado la medición y las condiciones climáticas. Finalmente, se valorará la significancia y peso relativo de las distintas partes de la incertidumbre. Todo ello, se expone aplicado a las estaciones radiométricas del Grupo de Investigación SWIFT de la Universidad de Burgos, que dispone de múltiples equipos para su evaluación.

Palabras clave: Irradiancia solar, metrología, incertidumbre, energía.

ABSTRACT

In order to model and simulate solar energy plants (photovoltaic, thermal or hybrid) it results mandatory to characterize the site's solar potential. Moreover, for the complete integration of those systems in buildings and other urban structures, horizontal irradiance measurements are not enough and the value of all its components on any tilted and oriented surface is needed.

Solar irradiance measurements are usually carried out by two radiometric instruments: the pyranometer for the measurement of global, diffuse or albedo's irradiance, and the pyrhelimeter for the direct beam irradiance. Although calibration methods in laboratory have been developed and reference instruments uncertainties have been studied, there is no agreement about the uncertainty calculation process for field instruments.

This work first analyses the mean error sources existing in the measurement of each irradiance component. Foremost, a systematic procedure for the expanded uncertainty calculation is proposed. It takes into account the measured irradiance component type, the tilting and pointing angles of the sensor and the climatic conditions. This procedure has been applied and interpreted for several radiometric instruments from the radiometric stations managed by the SWIFT Research Group.

Keywords: Solar irradiance, metrology, uncertainty, energy.

1. INTRODUCCIÓN

La medida de la radiación solar constituye la base para comprender la fuente de energía primaria del planeta Tierra. Parte de la infraestructura fundamental que soporta la floreciente industria solar incluye la evaluación y predicción del recurso. Al igual que para el diseño y operación de otro tipo de plantas de generación de energía, se precisan datos precisos de la irradiancia solar, en sus distintas componentes, y en diversos planos.

La radiación solar global que alcanza la superficie terrestre se puede descomponer en tres componentes: irradiancia directa, difusa y reflejada o de albedo. Los instrumentos para la medida de cada una de ellas son:

- **Medida de irradiancia global:** la suma de las tres componentes de irradiancia sobre un plano, en todo el ancho de banda del espectro electromagnético se realiza mediante un “*piranómetro*”, como el mostrado en la Fig. 1.1, y el cual puede ser de tipo termoelectrónico, si utiliza una termopila como sensor, o bimetalico, si utiliza al menos un par de bimetales y realiza la medida de radiancia mediante la deflexión de su borde libre.
- **Medida de irradiancia directa:** se realiza a través del “*pirheliómetro*”. Mediante el empleo de obturadores, solamente se mide la radiación procedente del Sol y de una región anular del cielo muy próxima al astro (semiángulo de abertura inferior a 2.5°). Es preciso que los pirheliómetros utilizados vayan montados sobre un mecanismo que les permita un seguimiento preciso del Sol (véase la Fig. 1.2).
- **Medida de la irradiancia difusa:** el método más extendido es utilizar un piranómetro como el empleado para la medida de la radiación global (con ciertas particularidades en su calibración), al que se le incorpora un dispositivo de sombreamiento que evite la incidencia de radiación directa. Éste es comúnmente un anillo o banda de sombra (véase la Fig. 1.3), o una bola con dispositivo de seguimiento. Existen otros dispositivos como la banda rotativa, los escáneres de cielo [1] o modernos prototipos, como el dispositivo Delta-T [2], basados en máscaras de sombreamiento generadas por ordenador.

- **Medida de irradiancia reflejada:** la medida de la radiación procedente de la reflexión en el suelo u otras superficies afecta a la medida de las otras componentes sobre planos no horizontales. Suele realizarse mediante un “*albedómetro*”, que consiste en un piranómetro calibrado especialmente para el espectro de reflexión, colocado en posición invertida, es decir, apuntando hacia el terreno (véase la Fig. 1.4).



Figura 1.1. Piranómetro termoelectrico.
Fuente: [3].



Figura 1.2. Pirheliómetro en seguidor.
Fuente: [1].



Figura 1.3. Anillo de sombra. Fuente: [4].



Figura 1.4. Piranómetro y albedómetro.
Fuente: [5].

Nótese que también existe instrumentación en radiometría para la medida de la irradiancia en determinadas zonas del espectro electromagnético, dando lugar a las denominadas “medidas de radiancia espectral”.

2. CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE

El objetivo de realizar una medición es determinar el valor del mensurando, siendo éste la cantidad objeto de medida. Sin embargo, el resultado de una medida es sólo una estimación del valor real del mensurando, ya se realice de forma directa como indirecta. Por ello, el valor de una medida debe contener especificaciones en relación al mensurando y al método y procedimiento de medida [6]. De esta forma, y con el fin de poder evaluar la fiabilidad del resultado, es imprescindible que la medida vaya siempre acompañada de una indicación cuantitativa de la calidad de la misma, es decir, su incertidumbre, tal y como muestra la ecuación (2.1):

$$X_i \Rightarrow \bar{X}_i \pm U_{1-\alpha}, \quad (2.1)$$

siendo $U_{1-\alpha}$ la incertidumbre expandida de la medida X_i , cuyo estimador más adecuado es la media.

La incertidumbre de medida es un parámetro que va asociado al resultado de una medida que caracteriza la fluctuación de los valores resultantes del análisis del mensurando, es decir, refleja la falta de conocimiento del valor exacto del mensurando, tal y como se define en [6]. En el supuesto de que no exista la correspondiente indicación, no será posible comparar resultados de distintas medidas [7].

En el campo de la radiometría solar, los protocolos para el cálculo de la incertidumbre de los instrumentos patrón, calibrados normalmente en laboratorio o mediante precisos procedimientos de intercomparación en el Centro Mundial de Calibración Radiométrica en Davos (Suiza) están claramente definidos [8]. No así, los procedimientos de cálculo de las incertidumbres de medida de instrumentos utilizados en campo [9]–[11], y aún menos, existe una convención en el cálculo analítico de la incertidumbre de instrumentos situados en planos diferentes del horizontal. Es éste el objeto de estudio propuesto en este trabajo.

Las incertidumbres en los resultados experimentales se pueden dividir en dos categorías: las derivadas en las fluctuaciones en las medidas, y las asociadas con la descripción teórica de los resultados. Esta clasificación no debe confundirse con la obtenida según su método de evaluación, que las clasifica también en dos tipos:

- **Incertidumbre tipo A:** se deben a los errores aleatorios que se producen de forma natural, según una distribución estadística, en el proceso de medida y que puede ser calculada a partir de una serie n de observaciones. Estas incertidumbres sólo pueden cuantificarse en aquellas variables que son medidas mediante procedimientos directos y, en el supuesto de que las variables de la ecuación de medida estén correlacionadas, se han de considerar las covarianzas entre dichas variables.
- **Incertidumbre tipo B:** son todas aquellas incertidumbres que no están sujetas a un análisis estadístico de las observaciones. Se deben a una serie de causas accidentales, como influencias locales y meteorológicas, errores sistemáticos por el equipo o el operario que realiza la medición o incertidumbres del sistema de calibración de equipo. Este tipo de incertidumbres afecta a todas las variables de la ecuación de medida y, al igual que con las incertidumbres tipo A, se debe evaluar la correlación entre las diferentes variables de medida.

Los dos tipos de incertidumbre (u_A y u_B) se analizan de forma separada e independiente, y después se determina la incertidumbre u_C combinada como la suma cuadrática de ambas:

$$u_C^2 = \sum_{i=1}^n u_{A,i}^2 + \sum_{i=1}^n u_{B,i}^2 \quad (2.2)$$

La estimación de la incertidumbre de medida se puede realizar mediante un procedimiento sistematizado caracterizado por los siguientes cinco pasos [10], [12], [13]:

1. Determinar la ecuación de medida: $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$.

2. Estimar la incertidumbre estándar para cada variable de la ecuación de medida (u_{std}) para un nivel de confianza del 68%, que corresponde con una desviación típica de 1σ . La incertidumbre estándar depende de la función densidad de probabilidad de la distribución asociada a la incertidumbre u_i del parámetro correspondiente. Esta función puede ser de tipo normal (utilizada con carácter general y especialmente si se ha tomado un número elevado de medidas), rectangular (suele utilizarse cuando únicamente se dispone de información sobre los límites inferior y superior del intervalo de medida) ó triangular (se adopta cuando además de conocer los límites del intervalo de medida, existen evidencias de que los valores centrales del intervalo se dan con mayor frecuencia).
3. Calcular los coeficientes de sensibilidad c_i para cada variable de la ecuación de medida.
4. Hallar la incertidumbre estándar combinada para todos los términos dados para el mismo nivel de confianza.
5. Determinar la incertidumbre expandida $U_{1-\alpha}$ multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el coeficiente de cobertura k_c , calculado normalmente a partir de una distribución t -student para un nivel de confianza del 95% ó 99%:

$$U_{1-\alpha} = k_c u_c \quad (2.3)$$

3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

El grupo de investigación SWIFT de la Universidad de Burgos ha desarrollado una micro-red de estaciones radiométricas en cuyas estaciones es posible la medida de irradiancia solar global, directa, difusa y reflejada, sobre planos horizontales y verticales. En el momento actual, la red cuenta con dos estaciones: SWIFT0001 y SWIFT0002. La primera de ellas se sitúa en la azotea del edificio A de la Escuela Politécnica Superior de Burgos, Campus de Río Vena (42.351°N, -3.688°E, 857 m.s.n.m.). La segunda se encuentra en la localidad palentina de Astudillo (42.202°N, -4.269°E, 813 m.s.n.m.). Los equipos de los que disponen para la medida de las componentes de la irradiancia se describen en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Descripción de equipos para la medida de la irradiancia.

Estación	Componente	Plano	Equipo	Marca/Modelo	Datalogger
SWIFT0001	Global	Horizontal	Piranómetro	Hukseflux/SR11	CR3000
	Difusa	Horizontal	Piranómetro con disco de sombra		
	Directa	Normal	Pirheliómetro	Hukseflux/DR11	
	Global	Vertical (N,S,E,W)	Piranómetro	Ph. Schenk 8101	
	Difusa	Vertical (N,S,E,W)	Prototipo MK6* con piranómetros	Hukseflux/DR11	
SWIFT0002	Reflejada	Horizontal	Piranómetro	SIR SKS-1110	CR1000
	Global	Horizontal	Piranómetro	Hukseflux/DR11	CR1000
	Global	Vertical (N,S,E,W)	Piranómetro		

*El prototipo MK6 es una estación experimental para la medida de irradiancia solar difusa en múltiples planos no horizontales y se encuentra descrito en [14].

Todos los sensores han sido instalados según las indicaciones del fabricante, con un horizonte libre de obstáculos y se hallan bajo un programa de mantenimiento y limpieza rigurosos. Sus características técnicas pueden obtenerse fácilmente a través de sus respectivos fabricantes mediante la búsqueda del modelo correspondiente. Cabe destacar en este punto que los modelos de piranómetro utilizados son de “*Primera clase*” según la clasificación por calidad realizada por la Organización Meteorológica Mundial (WMO) y la Organización Internacional de Estandarización (ISO), y cuyos requerimientos establecen en [15] y [16] respectivamente.

Las medidas tomadas son registradas mediante dataloggers de la marca Campbell Scientific, modelos CR3000 o CR1000 según el caso, y cuyas características se indican en [17].

4. RESULTADOS

4.1. Ecuación de medida

Dependiendo de las componentes de la irradiancia, las ecuaciones de medida son:

- Irradiancia global:

$$G = \frac{V - S_{net} I_{net}}{S_G}, \quad (4.1)$$

- Irradiancia difusa:

$$D = f_c \frac{V - S_{net} I_{net}}{S_B}, \quad (4.2)$$

Nótese que para la medida de irradiancia difusa horizontal, al ser realizada mediante disco solar o bola de sombra con seguidor: .

- Irradiancia reflejada:

$$R = \frac{V - S_{net} I_{net}}{S_R}. \quad (4.3)$$

En (4.1), (4.2) y (4.3), es la tensión de salida del piranómetro o pirheliómetro (irradiancia directa) en $[\mu V]$, S_{net} es la respuesta del piranómetro para la longitud de onda neta estimada o calculada mediante caracterización de cuerpo negro $[\mu V \cdot W^{-1} \cdot m^2]$, I_{net} es la irradiancia de longitud de onda neta medida por un pyrgeómetro $[W \cdot m^{-2}]$ y S_G , S_D , S_B y S_R son las constantes de calibración de los sensores para irradiancia global, difusa, directa y reflejada respectivamente $[\mu V \cdot W^{-1} \cdot m^2]$.

Obsérvese que para todas las variables de las ecuaciones de medida expuestas se han medido o calculado utilizando métodos independientes, por lo que se asume que su coeficiente de correlación es nulo. Por otro lado, se considera que la componente de irradiancia de longitud de onda neta en la medida, es despreciable respecto al valor de la propia medida, por lo que no será tenida en cuenta en el resto del cálculo de la incertidumbre.

4.2. Coeficientes de sensibilidad

La Tabla 4.1 recoge los coeficientes de sensibilidad para cada una de las variables de las ecuaciones de medida expuestas para cada componente de la irradiancia.

Tabla 4.1. Coeficientes de sensibilidad para medidas de irradiancia.

Variable	Cálculo	G, B, R	D
Tensión de salida	$c_V = \frac{\partial Y}{\partial V}$	$c_V = \frac{1}{S_Y}$	$c_V = \frac{f_c}{S_Y}$
Constante del sensor	$c_S = \frac{\partial Y}{\partial S_Y}$	$c_S = \frac{-V}{S_Y^2} = \frac{-Y}{S_Y}$	$c_S = \frac{-f_c V}{S_Y^2} = \frac{-f_c Y}{S_Y}$
Medida tomada	$c_Y = \frac{\partial Y}{\partial Y}$	$c_Y = 1$	$c_Y = f_c$

4.3. Fuentes de error e incertidumbres estándar

Cada una de las variables de las ecuaciones de medida lleva asociada una serie de fuentes de error e incertidumbre. Así, para la tensión de salida del sensor registrada en el registrador de datos (datalogger), las fuentes de error asociadas se muestran en la Tabla 4.2 en función de cada uno de los modelos empleados. En ambos instrumentos, el fondo de escala utilizado es el más preciso posible para el rango de la variable medida: $f_e = \pm 20 \text{ mV}$, y dado que posee una precisión de conversión Analógico/Digital de 16 bits, la incertidumbre por fondo de escala se define como:

$$u_{fe} = \frac{f_e}{2^{16+1}} = \frac{20\,000 \mu\text{V}}{2^{17}} = 0.15 \mu\text{V}. \tag{4.4}$$

Las pérdidas eléctricas por la longitud de los cables desde el sensor hasta el equipo datalogger se han estimado en $\pm 0.02\%$.

Tabla 4.2. Fuentes de error e incertidumbres estándar de la tensión de salida.

Fuente	Incertidumbre expandida	Distr.	$u_i/u_{std,i}$
Precisión CR1000	$\pm(0.12\% + 22.1 \mu\text{V})$	Rect.	$\sqrt{3}$
Precisión CR3000	$\pm(0.07\% + 4.01 \mu\text{V})$	Rect.	$\sqrt{3}$
Fondo escala	$0.15 \mu\text{V}$	Rect.	$\sqrt{3}$
Pérdidas eléctricas	$\pm 0.02\%$	Rect.	$\sqrt{3}$
CR1000 $\sum u_i$	$0.14\% + 22.11 \mu\text{V}$	-	-
CR1000 $\sqrt{\sum u_{std,i}^2}$	$\sqrt{4.8\text{E-}7\text{V}^2 + 0.018\text{V} + 235.8 \mu\text{V}}$	-	-
CR3000 $\sum u_i$	$0.09\% + 4.16 \mu\text{V}$	-	-
CR3000 $\sqrt{\sum u_{std,i}^2}$	$\sqrt{1.6\text{E-}7\text{V}^2 + 1.9\text{E-}3\text{V} + 5.37 \mu\text{V}}$	-	-

La Tabla 4.3 muestra las fuentes de error y las incertidumbres asociadas de la respuesta de los sensores. La denominación **Glo**, §1 corresponde al piranómetro PhSchenk

8101 utilizado para la medida de irradiancia global vertical en la estación SWIFT0001. La denominación **Glo. §2** corresponde al piranómetro Hukseflux modelo SR11 utilizado para la medida de irradiancia global y difusa. La medida de irradiancia directa se ha efectuado mediante un pirheliómetro Hukseflux DR01 y la de irradiancia reflejada mediante un piranómetro de célula de silicio SIR, modelo SKS-1110. Los valores mostrados en la tabla corresponden con las especificaciones dadas por los respectivos fabricantes en los manuales y hojas de calibración de los equipos suministrados.

Tabla 4.3. Fuentes de error e incertidumbres estándar de la constante del sensor.

Fuente	Glo. §1	Glo. §2	Difusa	Directa	Reflejada	$u_i/u_{std,i}$
Calibración	±3 %	±1.8 %	±1.8 %	±0.3 %	±4 %	$k = 2$
Resp. coseno	±3 %	0 %	0 %	0 %	±3 %	$\sqrt{3}$
Resp. acimutal	±1 %	0 %	0 %	0 %	±1 %	$\sqrt{3}$
Resp. espectral	±1 %	±0.2 %	±0.2 %	±1 %	±5 %	$\sqrt{3}$
Inclinación	±0.2 %*	±2 %*	±2 %*	±0.5 %	0 %	$\sqrt{3}$
No linealidad	±1 %	±1 %	±1 %	±0.5 %	±0.2 %	$\sqrt{3}$
Resp. temp.	±0.03 %	±2 %	±2 %	±4 %	±0.2 %	$\sqrt{3}$
Estabilidad anual	±1 %	±1 %	±1 %	±1 %	±2 %	$\sqrt{3}$
$\sum u_i$	±10.23 %*	±8.0 %*	±8.0 %*	±7.3 %	±15.4 %	-
$\sqrt{\sum u_{std,i}^2}$	±2.57 %*	±2.04 %*	±2.04 %*	±2.49 %	±4.13 %	-

*En los sensores horizontales no existe esta fuente de error, resultando en estos casos la suma de las incertidumbres expandidas 10.03 % y la combinación de las incertidumbres estandarizadas 2.56 % para el modelo PhSchenk 8101 y 6 % y 1.68 % respectivamente para el modelo Hukseflux SR11.

Finalmente, la Tabla 4.4 muestra las fuentes de error e incertidumbres asociadas al propio valor de la medida tomada, usualmente las desviaciones del cero y la respuesta direccional cuando ésta no es evaluada como respuesta coseno y respuesta acimutal en la constante del sensor.

Las desviaciones de la respuesta cero, o “zero offsets” en inglés, tienen lugar cuando aún existe señal y el sensor no está absorbiendo radiación en la longitud de onda del espectro del equipo. El zero offset A está relacionado con el flujo de energía térmico intercambiado entre el propio sensor, el cristal de la cúpula y el cielo. El zero offset tipo B, en cambio depende de la temperatura del piranómetro [16].

Tabla 4.4. Fuentes de error e incertidumbres estándar de la medida.

Fuente	Glo. §1	Glo. §2	Difusa	Directa	Reflejada	$u_i/u_{std,i}$
	[W·m ⁻²]	[W·m ⁻²]	[W·m ⁻²]	[W·m ⁻²]	[W·m ⁻²]	
Resp. direccional	0	±20	±2	±20	±2	$\sqrt{3}$
Zero offset A	< 1	< 5	< 5	< 1	< 1	$2\sqrt{3}$
Zero offset B	0	±4	±4	0	±3	$\sqrt{3}$
$\sum u_i$	< 1	< 29	< 11	< 21	< 6	-
$\sqrt{\sum u_{std,i}^2}$	< 0.29	< 11.86	< 2.96	11.55	2.10	-

4.4. Incertidumbre expandida

Se calcula la incertidumbre expandida para un nivel de confianza del 95% aplicando la ecuación (2.3), en la que se multiplica a la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k_c = 2$ en este caso.

$$U_{0.95} = k_c u_c = k_c \sqrt{c_V^2 u_{std,V}^2 + c_S^2 u_{std,S}^2 + c_Y^2 u_{std,Y}^2}. \quad (4.5)$$

Así, para cada medida de irradiancia se obtiene:

- **Irradiancia global horizontal (Glo. §2) con datalogger CR1000 (U1):**

$$U_{0.95} = 2 \sqrt{2.83E-4G^2 + 1.8E-2 \frac{V}{S_{G2}^2} + \frac{235.8}{S_{G2}^2} + 140.66}, \quad (4.6)$$

siendo G la medida de la irradiancia global registrada, V la señal de salida de tensión del sensor y S_{G2} su respuesta. Recuérdese que el valor real de la respuesta del equipo se determina en su calibración.

- **Irradiancia global horizontal (Glo. §2) con datalogger CR3000 (U2):**

$$U_{0.95} = 2 \sqrt{2.82E-4G^2 + 1.9E-3 \frac{V}{S_{G2}^2} + \frac{5.37}{S_{G2}^2} + 140.66}. \quad (4.7)$$

- **Irradiancia global vertical (Glo. §1) con datalogger CR3000 (U3):**

$$U_{0.95} = 2 \sqrt{6.61E-4G^2 + 1.9E-3 \frac{V}{S_{G1}^2} + \frac{5.37}{S_{G1}^2} + 84.1E-3}, \quad (4.8)$$

siendo S_{G1} la respuesta del sensor.

- **Irradiancia global vertical (Glo. §2) con datalogger CR1000 (U4):**

$$U_{0.95} = 2 \sqrt{4.16E-4G^2 + 1.8E-2 \frac{V}{S_{G2}^2} + \frac{235.8}{S_{G2}^2} + 140.66}. \quad (4.9)$$

- **Irradiancia difusa horizontal con datalogger CR3000 (U5):**

$$U_{0.95} = 2 \sqrt{2.82E-4f_c^2 D^2 + 1.9E-3 \frac{f_c^2 V}{S_D^2} + \frac{5.37 f_c^2}{S_D^2} + 8.76 f_c^2}, \quad (4.10)$$

siendo D la medida de la irradiancia difusa registrada sin corregir, f_c el coeficiente de corrección de la medida por el anillo o disco de sombra y S_D su respuesta.

- **Irradiancia difusa vertical con datalogger CR3000 (U6):**

$$U_{0.95} = 2 \sqrt{4.16E-4f_c^2 D^2 + 1.9E-3 \frac{f_c^2 V}{S_D^2} + \frac{5.37 f_c^2}{S_D^2} + 8.76 f_c^2}. \quad (4.11)$$

- **Irradiancia directa con datalogger CR3000 (U7):**

$$U_{0.95} = 2 \sqrt{6.21E-4B^2 + 1.9E-3 \frac{V}{S_B^2} + \frac{5.37}{S_B^2} + 133.40}, \quad (4.12)$$

siendo la medida de la irradiancia directa registrada y la respuesta del sensor.

- **Irradiancia reflejada con datalogger CR1000 (U8):**

$$U_{0.95} = 2 \sqrt{1.71E-3R^2 + 1.8E-2 \frac{V}{S_R^2} + \frac{235.8}{S_R^2} + 4.41}, \quad (4.13)$$

siendo B la medida de la irradiancia reflejada registrada y S_B la respuesta del sensor.

Nótese que, de acuerdo a [10], [11], [16], la incertidumbre debida a la respuesta coseno puede minimizarse si se contempla como función del ángulo cenital. Así mismo, mediante la lectura de la respuesta nocturna de los sensores es posible minimizar los errores por zero offset termale. En conjunto, ambas consideraciones permitirían reducir significativamente la incertidumbre expandida.

5. INTERPRETACIÓN DE LAS INCERTIDUMBRES

En base al cálculo analítico de la incertidumbre para cada uno de los sensores de irradiancia de la micro-red radiométrica SWIFT, se ha evaluado el valor tomado por la incertidumbre relativa a la propia medida realizada, en función del valor de dicha medida, tal y como muestra la Fig. 5.1. En dicha figura, se observa que para valores bajos de irradiancia, la incertidumbre de medida es muy amplia, mientras que para valores altos, la incertidumbre se estabiliza en un rango aceptable según los estándares marcados por la WMO e ISO.

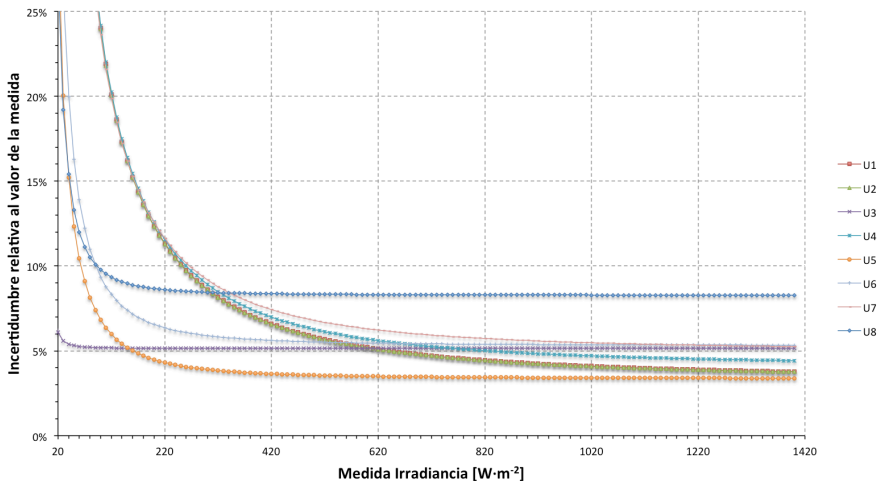


Figura 5.1. Incertidumbres relativas de las medidas obtenidas respecto del valor medido.

Para la medida de irradiancia difusa se ha estimado un factor de corrección $f_c = 1.5$ y las constantes de los equipos se han tomado en el rango de 10 a 15 $\mu V \cdot W^{-1} \cdot m^2$, según la calibración más reciente disponible del equipo correspondiente.

Se observa que todas las curvas de incertidumbre responden a una función de tipo hiperbólico y se pueden establecer 4 grupos diferenciados. El primer grupo incluiría (U1, U2, U4 y U7) que son sensores de irradiancia global del tipo Glo. §2 y el pirheliómetro, que es de la misma marca. El segundo grupo incluiría al piranómetro de irradiancia global Glo. §1 (U3), que aunque también termoelectrico es de tipo bicolor (franjas blancas y negras). El tercer grupo incluiría las medidas de irradiancia difusa (U5 y U6) tanto horizontales como verticales y, finalmente, el último grupo lo formaría la medida de irradiancia reflejada (U8), cuyo sensor se basa en una tecnología diferente (célula de silicio).

Las figuras 5.2 a 5.5 muestran los pesos relativos de las componentes de la incertidumbre, según las variables de la ecuación de medida, para cuatro valores del rango de medida de irradiancia¹.

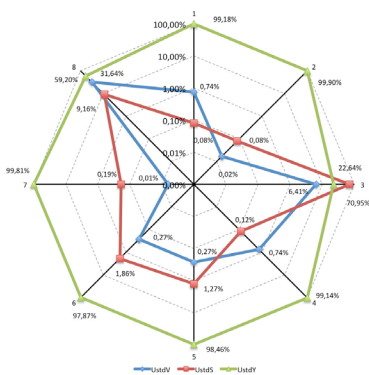


Figura 5.2. Distribución de incertidumbres para una medida de 20 W·m⁻².

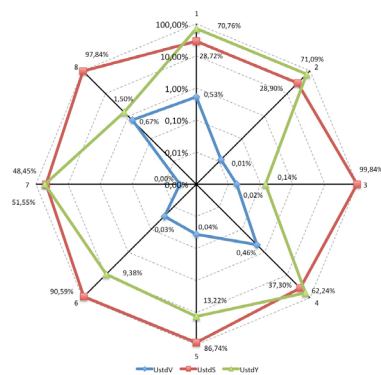


Figura 5.3. Distribución de incertidumbres para una medida de 450 W·m⁻².

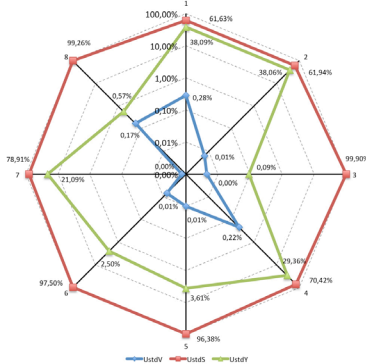


Figura 5.4. Distribución de incertidumbres para una medida de 900 W·m⁻².

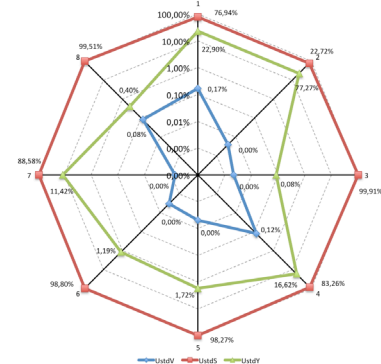


Figura 5.5. Distribución de incertidumbres para una medida de 1300 W·m⁻².

Puede observarse en las figuras 5.2 a 5.5, que la incertidumbre debida a la señal de tensión del sensor ($U_{std,V}$), sólo es significativa en mediciones de valores de muy

¹ Nótese que el eje radial es logarítmico en base 10.

escasa magnitud, y se extingue rápidamente. Por otro lado, mientras que para valores bajos de irradiancia, la principal componente de incertidumbre es la debida a errores en la propia medida ($U_{std,Y}$), conforme aumenta el valor medido, el valor de la incertidumbre total alcanzada se debe a la constante del equipo ($U_{std,S}$).

6. CONCLUSIONES

En base al análisis realizado, se puede concluir que la incertidumbre en la medida de irradiancia se debe a tres componentes principales: tensión de la señal del sensor, sensibilidad del equipo y errores intrínsecos a la propia medida. Aunque la incertidumbre por la señal del sensor es prácticamente despreciable en todo el rango de medida, se manifiesta especialmente en la medida de magnitudes pequeñas. Así mismo, conforme aumenta la magnitud de la irradiancia medida, la incertidumbre disminuye significativamente de valor, tiende a estabilizarse en torno a $600 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, y se debe fundamentalmente a la incertidumbre de la calibración del sensor. Para magnitudes bajas, la componente principal de la incertidumbre es la debida a la propia medida tomada.

Finalmente, se ha observado que la incertidumbre es fuertemente dependiente de la tecnología del sensor empleado y de la variable medida, siendo prácticamente despreciable la influencia del registrador de datos o la inclinación del sensor.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha recibido financiación económica del Gobierno Español a través del Proyecto de Investigación concedido ENE2011-27511.

REFERENCIAS

- [1] EKO, «EKO Instruments», 2015. [En línea]. Disponible en: <http://eko-eu.com/es>. [Accedido: 03-mar-2015].
- [2] J. G. Wood, «Solar radiation sensor», US Patent EP1012633 B1, 06-mar-2002.
- [3] Hukseflux, «Hukseflux», 2015. [En línea]. Disponible en: www.hukseflux.com. [Accedido: 04-ene-2015].
- [4] Kipp & Zonen, «CM 121 Shadow Ring Instruction Manual». 2014.
- [5] Kipp & Zonen, «Kipp & Zonen Web (Catálogo de productos)», 2015. [En línea]. Disponible en: www.kippandzonen.es. [Accedido: 04-ene-2015].
- [6] Joint Committee for Guides in Metrology, *Evaluation of measurement data: Guide to the expression of uncertainty in measurement. GUM 1995 with minor revisions*. Bureau International des Poids et Mesures, 2008.
- [7] M. E. Arce Fariña, «Optimización mediante técnicas de Teoría Gris de la combustión de biomasa en un Drop Furnace», Universidad de Vigo, Vigo, 2013.
- [8] WMO, «Guidelines on Climate Metadata and Homogenization», World Meteorological Organization, Ginebra, WCDMP-Nº53, WMO-TD Nº 1186, 2003.
- [9] National Renewable Energy Laboratory, «NREL-MIDC», 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.nrel.gov/midc/>. [Accedido: 03-oct-2015].
- [10] D. R. Myers, *Solar Radiation. Practical Modeling for Renewable Energy Applications*, vol. 1, 1 vols. Boca Raton: CRC Press, 2013.

-
- [11] M. Sengupta, A. Habte, S. Kurtz, A. Dobos, S. Wilbert, E. Lorenz, T. Stoffel, D. Renné, C. Gueymard, D. R. Myers, S. Wilcox, P. Blanc, y R. Perez, «Best Practices Handbook for the Collection and Use of Solar Resource Data for Solar Energy Applications». NREL, 2015.
- [12] T. Muneer, *Solar Radiation and Daylight Models*, 2nd ed., vol. 1, 1 vols. Oxford: ButterWorth-Heinemann, 2004.
- [13] I. G. Hughes y T. P. Hase, *Measurements and their uncertainties: a practical guide to modern error analysis*. Oxford University Press, 2010.
- [14] M. de Simón-Martín, C. Alonso-Tristán, D. González-Peña, y M. Díez-Mediavilla, «New device for the simultaneous measurement of diffuse solar irradiance on several azimuth and tilting angles», *Solar Energy*, vol. 119, pp. 370-382, sep. 2015.
- [15] WMO, «Guidelines on Climate Observation Networks and Systems», World Meteorological Organization, Ginebra, WCDMP-No. 52 WMO-TD No. 1185, 2003.
- [16] F. Vignola, J. Michalsky, y T. Stoffel, *Solar and Infrared Radiation Measurements*, Boca Raton: CRC Press, 2012.
- [17] Campbell Scientific, «Dataloggers y Sistemas Adquisición de Datos». [En línea]. Disponible en: <https://www.campbellsci.es/dataloggers>. [Accedido: 03-oct-2015].

APROXIMACIÓN HISTÓRICA DE LA PRESENCIA DE LA MUJER EN EL DEPORTE

VERÓNICA FERNÁNDEZ RAMOS
Universidad de Burgos

RESUMEN

En los últimos años estamos asistiendo a la eclosión del deporte femenino en España. Después de muchos años de dificultades, las mujeres han alcanzado o incluso superado al hombre deportista en la consecución de éxitos deportivos. En esta comunicación podemos ver como la mujer ha ido accediendo al deporte profesional a lo largo de los años y como han influido los acontecimientos históricos en su proyección.

Palabras clave: Deporte, mujer, Juegos Olímpicos, Barcelona 1992

ABSTRACT

Recently, we are witnessing the emergence of female sport in Spain. After many years of difficulties, women have reached or even surpassed the athlete man in achieving sport success. In this communication we can see how women have been accessing to professional sport over the years and how they have influenced historical events on its projection.

Keywords: Sport, woman, Olympic Games, Barcelona 1992

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años estamos asistiendo a la eclosión del deporte femenino en España. Después de muchos años de dificultades, las mujeres han alcanzado o incluso superado al hombre deportista en la consecución de éxitos deportivos.

Sin embargo, el recorrido hasta llegar a estas metas ha sido largo, con etapas complicadas y de difícil acceso a la alta competición, quedando plasmado en la escasez tanto de participación como de buenos resultados hasta casi finales del siglo XX (Angulo Aguado, M.; Prieto Velasco, A., 2001).

A lo largo de la historia olímpica, España ha estado representada por 593 deportistas diferentes. En los Juegos Olímpicos de verano han participado 559 mujeres mientras que en los de invierno, con menos pruebas han sido 34 las representantes.

Pese a que el aumento de la participación femenina comenzó con los juegos de Seúl 88, no fue hasta los primeros juegos celebrados en España cuando se fijó un punto de inflexión que desde entonces ha ido creciendo hasta la situación actual en la que nos encontramos ahora.

Los primeros resultados llegaron con Barcelona 92 (COOB, 1992), pero antes hubo algunas mujeres pioneras que rompieron las barreras interpuestas en esa

época para acceder al deporte profesional. Algo con mucho mérito viendo la escasez de ayudas.

2. APROXIMACIÓN HISTÓRICA

Durante mucho tiempo, el deporte femenino en España fue prácticamente inexistente o en un segundo plano a la sombra del masculino, quien marcaría la proyección del deporte español a nivel internacional. Algunas mujeres como Lili Álvarez (Riaño Gonzalez, C. 2004), Pepita Cuevas, Mari Paz Corominas o Carmen Valero serían excepciones que se codeaban con la élite de sus deportes sin tener apoyo.

En España, en el último tercio del siglo XIX, la práctica deportiva se realizaba con mayor asiduidad en ciudades como Barcelona o Madrid, y en la mayoría de los casos por la alta burguesía que practicaban gimnasia, esgrima, ciclismo o pelota. Los primeros años del siglo XX trajeron consigo asociaciones deportivas y la aparición de las primeras federaciones.

Por entonces, el deporte estaba claramente ligado a los hombres, mientras la mujer se dedicaba a las tareas familiares, aunque las mujeres de la burguesía y aristocracia, por su estatus, sí que participaban en algunos deportes (Simón Sanjurjo, J.A. 2009).

Estos deportes no podían poner en duda su feminidad por lo que el tenis o el golf eran los más practicados, a la vez que se entendía que la práctica deportiva era buena para la salud.

El desarrollo del deporte femenino era muy lento, al igual que el de la mujer en otros ámbitos. La II República trajo consigo una mayor igualdad, por lo que la mujer además de practicar tenis y golf comenzó a participar en los primeros campeonatos nacionales para mujeres de atletismo o natación.

El estallido de la Guerra Civil frenó el crecimiento del deporte femenino volviéndolo a prohibir durante lustros. Es a partir de la década de los sesenta cuando España vuelve a enviar mujeres a los Juegos Olímpicos y aparecen las primeras deportistas de relevancia (Puig Barata, N. 1987)

El inicio de la proliferación de estrellas en el deporte femenino llegó con la concesión de los Juegos Olímpicos a Barcelona y la puesta en marcha del Plan ADO, un tipo de becas para apoyar el desarrollo y promoción de los deportistas nacionales de alto rendimiento a nivel olímpico. Los Juegos de Barcelona supusieron el despegue definitivo del deporte femenino español y los éxitos a nivel internacional no han cesado desde entonces, haciéndose aún más evidentes en los primeros años del siglo XXI (COOB, 1992).

En el año 2014, el número de licencias federativas en España fue de 3.388.098, de las cuales casi el 80% correspondían a hombres y poco más del 20% a mujeres.

2.1. La presencia de las mujeres deportistas en los Juegos Olímpicos

La incorporación de las mujeres españolas a los Juegos Olímpicos se ha producido de modo paulatino (Miragaya, A.M., 2006) en los más de cien años de historia del olimpismo tal y como lo conocemos hoy en día. Las dificultades de comienzos de siglo, unidas al estallido de la Guerra Civil y el posterior régimen franquista, provocaron que la mujer tuviera una participación prácticamente nula en las primeras citas olímpicas.

La primera participación fue en los Juegos Olímpicos de París de 1924 (COF, 1924), tras varios intentos fallidos, donde Lili Álvarez se convirtió en la primera deportista olímpica española al disputar la competición. En los Juegos Olímpicos de invierno no fue hasta Garmisch-Partenkirchen en 1936 (Alcoba, 1992) cuando aparecieron las mujeres españolas. Margot Moles y Ernestina Baenza fueron las dos mujeres que tuvieron ese honor (Tamayo Fajardo, J.A, 2005).

Después de esas dos participaciones, el deporte femenino nacional estuvo más de treinta años sin competir hasta 1960, en los Juegos de Invierno de Squaw Valley (COC, 1960) y en los de Verano en Roma (OCR, 1960). La esquiadora Marian Navarro, en Squaw Valley y una delegación de once mujeres fueron las encargadas de devolver la participación femenina a la competición más importante del deporte. En los Juegos de invierno no se tuvo continuidad, pero en los de verano, desde Roma 1960, el equipo olímpico español siempre ha contado con mujeres (Tamayo Fajardo, J.A, 2005).

La explosión definitiva se produjo en Barcelona 1992, tanto en representantes como en resultados (Meyer, 1963). Se triplicaron el número de deportistas femeninas y se consiguieron las primeras medallas, aunque fue Blanca Fernández Ochoa quien inauguró el medallero femenino español con un bronce en los Juegos de Invierno de Albertville (CJOAS, 1992).

Barcelona trajo consigo cuatro oros, tres platas y un bronce, pero además se marcó el camino a seguir en el deporte, no sólo el femenino sino también en el masculino. Durante las siguientes ediciones las deportistas españolas seguían subiendo al podio, aunque en menos ocasiones que en Barcelona (COOB, 1992).

20 años después de Barcelona 1992, en los Juegos de Londres 2012, el deporte femenino español experimenta un punto de inflexión llegando a alcanzar resultados nunca logrados antes. No sólo se consiguieron más medallas por parte de las mujeres que en otras ediciones, sino que fue la primera vez que la delegación femenina obtenía el 65% de los metales por encima de la masculina (Jimenez Morales, 2013).



Gráfico 1. Participación femenina española en los JJOO de Verano (Fuente: COE)



Gráfico 2. Participación femenina española en los JJOO de Invierno (Fuente: COE)

3. DATOS EN LOS JUEGOS OLÍMPICOS

A lo largo de la historia, el deporte femenino ha competido en la mayoría de especialidades de los Juegos de Verano. De las 38 a excepción del golf, que reentrará Río 2016 tras más de un siglo de ausencia, y el rugby, que se estrenará en categoría femenina en esa misma cita, se ha participado en más del 80%. Tan solo boxeo, BMX, fútbol, gimnasia de trampolín, hípica de eventos y de saltos y pentatlón moderno aún no han contado con representación de mujeres españolas.

La natación es el deporte que más veces ha contado con presencia de deportistas (13), le siguen la gimnasia artística (12), el atletismo y los saltos (9).

Respecto a la competición invernal, de las quince disciplinas España solo ha participado en seis (Biatlón, Esquí alpino, Esquí de fondo, Freestyle, Patinaje artístico y Snowboard).

En cuando a deportistas, cuatro mujeres han tenido la oportunidad de representar a España en más ocasiones: María Pilar Fernández en tiro olímpico, María Peláez en natación, Arantxa Sánchez Vicario en tenis y María Vasco en atletismo, que suman cinco participaciones. En los Juegos de Invierno, María José Rienda es la deportista que ha participado en más ediciones con un total de cinco.

Además, seis mujeres han tenido oportunidad de ser abanderadas en las ceremonias de apertura. Es curioso que la cita invernal triplique en número a la veraniega, reflejando el dominio de las mujeres en estas disciplinas frente a los hombres.

La esquiadora Blanca Fernández Ochoa fue la primera en Sarajevo en 1984 (OCWS, 1984), y repitió en Albertville 1992 (CJOAS, 1992). Dos veces también fue la esquiadora Ainhoa Ibarra, en Calgary 1988 (COJOHC, 1988) y Lillehammer 1994 (LOOC, 1995). Otra esquiadora, María José Rienda, portó la bandera en Turín 2006 (TOROC, 2007) y la snowboarder Queralt Castellet lo hizo en Vancouver en 2010.

La infanta Cristina de Borbón, en Seul 1988 fue la primera mujer que portaría la bandera en unos Juegos Olímpicos de verano pese a ser suplente del equipo de vela e Isabel Fernández fue la abanderada española en los Juegos Olímpicos de Atenas (ATHOC, 2005).

En cuanto a resultados, el equipo olímpico femenino español ha recolectado cuarenta metales, 9 de oro, 16 de plata y quince de bronce (Olmeda, F, 2012). La vela es el deporte que más éxitos ha conseguido en los Juegos, con cuatro títulos y dos subcampeonatos, siendo 19 disciplinas olímpicas las que han conseguido una presea.

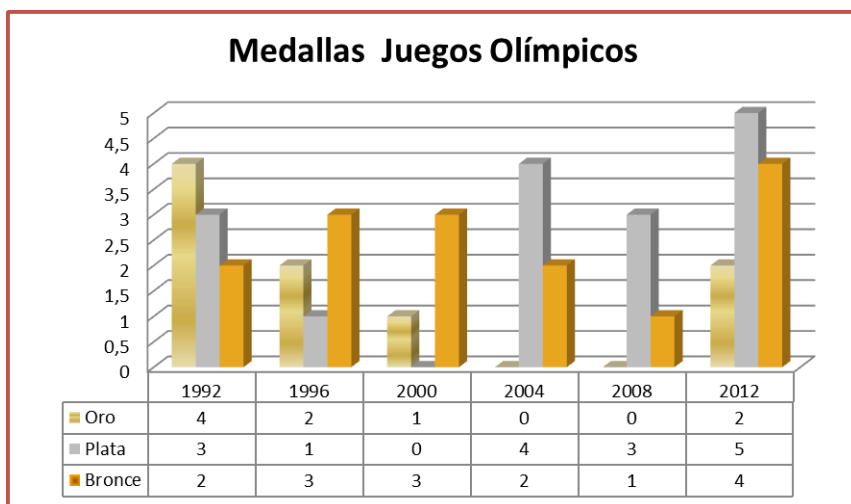


Gráfico 3. Medallas olímpicas femeninas (Fuente: COE)

Esta comunicación forma parte de uno de los capítulos que forman la tesis doctoral que estoy realizando que lleva por título: “Las mujeres en la prensa deportiva: representación y cobertura en la Edad de Oro del deporte español (1992-2012)”; en ella se trata de realizar un acercamiento histórico que sirva para analizar al deporte femenino tal y como lo conocemos hoy.

REFERENCIAS

- [1] Alcoba, A. (1992). España en los Juegos Olímpicos de Invierno: una investigación de Antonio Alcoba. Madrid.
- [2] Angulo Aguado, M.; Prieto Velasco, A. (2001) Participación de las mujeres en la alta competición. En: Consejo Superior de Deporte (Ed.): Las mujeres en la alta competición deportiva (PP. 39-60). Madrid: Consejo Superior de Deportes
- [3] ATHOC (2005). Official results book. Atenas: ATHOC
- [4] COC (1960). VIII Olympic Winter Games Squaw Valley, California, 1960: final report. Squaw Valley: Organising Committee.
- [5] COF (1924). Les Jeux de la VIIIe Olympiade Paris 1924: rapport officiel. Paris. Comité Olympique Française

- [6] COJOHC (1988). Rapport officiel des XVes Jeux Olympiques d'hiver. Calgary: Comité d'organisation des Jeux Olympiques d'hiver de 1988 á Calgary
- [7] COOB (1993). Los resultados: Los juegos de la XXV Olimpiada Barcelona 1992. Barcelona: CCOB '92
- [8] CJOAS (1992). Rapport officiel des XVIes Jeux Olympiques d'Hiver d'Albertville et de la Savoie. Albertville: Comité d'organisation des XVIes Jeux Olympiques d'hiver d'Alberville et de la Savoie.
- [9] Jimenez Morales, R (2013). Londres 2012: historia, organización, análisis y resultados de los Juegos de la XXX Olimpiada. Madrid: Consejo Superior de Deportes
- [10] Jimenez Morales, R (2015). El deporte femenino español en los juegos Olímpicos. Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- [11] LOOC (1995). Official Report of the XVII Olympic Winter Games Lillehammer 1994. Lillehammer: LOOC
- [12] Meyer, G. (1963). El fenómeno olímpico. Madrid: Comité Olímpico Español.
- [13] Miragaya, A.M. (2006). The process of inclusion of women in the Olympic Games. Tesis doctoral, Universidade Gama Filjo. Recuperado el 27 de octubre de 2015 de: http://doc.ero.ch/record/12700/files/MIRAGAYA_Ana_-_Tese_completa.pdf
- [14] OCR (1960). The Games of the XVII Olimpiad Rome 1960: the official report of the Organizing Committee. Roma: Organizing Committee of the Games of the XVII Olympiad.
- [15] OCWS (1984). Final Report. Sarajevo: Organising Committee of the XIVth Winter Olympic Games 1984 at Sarajevo.
- [16] Olmeda, F. (2012). Españoles de oro: deportistas que hicieron historia en un siglo de olimpismo en España. Madrid: Comité Olimpico Español
- [17] Puig Barata, N. (1987). El proceso de incorporación al deporte por parte de la mujer española (1936-1985). En: Mujer y deporte: ponencias presenadas al seminario sobre este tema, 26-28 de febrero 1986. Madrid: Instituto de la Mujer.
- [18] Riaño González, C. (2004). Historia cultural del deporte y la mujer en la España de la primera mitad del siglo XX a través de la vida y la obra de Elia María González Álvarez y López-Chicheri. "Lilí Álvarez". Madrid: Consejo Superior de Deportes
- [19] Simón Sanjurjo, J.A (2009). El papel de la mujer en el origen y el desarrollo del deporte en España 1900-1939. En: Branciforte, L.; González Martín, C.; Huguet, M.; Orsi, R. Actas del Primer Congreso Internacional Las mujeres en la esfera pública. Filosofía e Historia Contemporánea. Madrid: Compañía Española de Repografía y Servicios.
- [20] Tamayo Fajardo, J.A. (2005). Historia de España en los Juegos Olímpicos de Verano de la Era Moderna I (1896 - 1936). Sevilla: Wanceulen
- [21] Tamayo Fajardo, J.A. (2005). Historia de España en los Juegos Olímpicos de Verano de la Era Moderna II (1940 - 1984). Sevilla: Wanceulen
- [22] Tamayo Fajardo, J.A. (2005). Historia de España en los Juegos Olímpicos de Verano de la Era Moderna III (1986 - 2004). Sevilla: Wanceulen

SEXTA SESIÓN

RODRIGO MELGOSA GÓMEZ

“Modificación enzimática de aceite de pescado en CO2 supercrítico”

MARÍA ISABEL VICENTE DEL OLMO

“La figura de los arrepentidos-colaboradores como resultado del Derecho penal del enemigo”

CARMEN RODRÍGUEZ AMIGO

“Caracterización del potencial solar en Castilla y León: estimación espacial a través de métodos de interpolación”

ALEJANDRA HERNANDO GARIJO

“Análisis de la implantación de la educación física bilingüe en Castilla y León”

MARÍA EUGENIA SANZ ANICETO

“Estereotipos y prejuicios de género. El insulto y la descalificación machista en las respuestas públicas al perfil de femem en Twitter”

MODIFICACIÓN ENZIMÁTICA DE ACEITE DE PESCADO EN CO₂ SUPERCRÍTICO

RODRIGO MELGOSA, ÁNGELA G. SOLAESA, M. TERESA SANZ, SAGRARIO BELTRÁN
*Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos (Área de Ingeniería Química),
Universidad de Burgos, Burgos, España*

RESUMEN

El aceite de pescado es una de las principales fuentes de ácidos grasos poli-insaturados omega-3 (AGPI n-3), ácidos grasos esenciales que presentan efectos beneficiosos para la salud ampliamente reconocidos. En los últimos años se han desarrollado numerosos alimentos funcionales que incorporan AGPI n-3 en su formulación. Estas aplicaciones requieren concentrados de aceite de pescado con alto contenido de AGPI n-3, alta biodisponibilidad y buena estabilidad oxidativa, por lo que la materia prima ha de ser concentrada y modificada para obtener derivados con estos requisitos. Como alternativa a los métodos convencionales que emplean disolventes orgánicos y otros productos químicos, e implican degradación térmica y oxidativa de la materia prima, se ha propuesto la modificación enzimática de aceites de pescado en dióxido de carbono supercrítico (CO₂-SC). Las principales ventajas de las enzimas son su elevada especificidad y alta actividad catalítica en condiciones suaves de temperatura. Por otra parte, la incorporación de CO₂-SC mejora la miscibilidad de los reactivos y minimiza la resistencia a la transferencia de materia, acelerando la reacción. Además, el CO₂-SC se considera un disolvente verde, inocuo y fácilmente separable de los productos de reacción que desplaza al oxígeno y evita la oxidación durante el procesado.

En el presente trabajo se describen algunos estudios fundamentales dirigidos a comprender el proceso global de obtención de concentrados de AGPI n-3 mediante modificación enzimática de aceites de pescado en CO₂-SC y facilitar su optimización. Entre ellos, el estudio de la actividad residual de distintas enzimas al tratamiento con CO₂-SC, el estudio del equilibrio entre fases del sistema de reacción con el objetivo de delimitar regiones con buenas condiciones de miscibilidad en las que llevar a cabo la reacción y el estudio cinético de la reacción enzimática de etanolisis de aceite de pescado en CO₂-SC. Para concluir, se proponen futuros trabajos ligados a las aplicaciones de la tecnología, el proceso en continuo y el fraccionamiento y la formulación de los productos de reacción.

Palabras clave: dióxido de carbono supercrítico, aceite de pescado, enzima

ABSTRACT

Fish oil is one of the main sources of omega 3 polyunsaturated fatty acids (n-3 PUFAs). These essential fatty acids are of great interest since they present well established healthy effects. In the last years, a high number of functional foods based

on n-3 PUFAs have been developed. These applications require of fish oil concentrates with a high content in n-3 PUFA, high bioavailability and good stability against oxidation. Therefore, the raw material has to be modified in order to obtain fish oil derivatives with these properties. Enzymatic modification of fish oil in supercritical carbon dioxide (SC-CO₂) has been proposed as an alternative to conventional methods and the use of organic solvents and other chemicals, high temperatures and intensive manipulation of the raw material, which lead to product degradation. The main advantages of enzymes are their high specificity and catalytic activity at mild conditions. On the other hand, the incorporation of SC-CO₂ improves the miscibility of the reactants and enhances the mass transfer rate, thus accelerating the reaction. Moreover, SC-CO₂ is considered as a green solvent. It is non-toxic and can be easily separated from the reaction products by simple release of pressure. It also displaces oxygen from the reactor, avoiding oxidation.

In the present work, some fundamental studies focused on the understanding and optimization of the global process of production of n-3 PUFA concentrates by enzymatic modification of fish oil in SC-CO₂ are described. Among them, the effects of SC-CO₂ treatment on the residual activity of several commercial enzymes, the phase behaviour of the reaction system in order to find regions with good miscibility conditions, and the kinetic study of the enzymatic ethanolysis of fish oil in SC-CO₂. To conclude, future works focused on the applications of the technology (continuous process, product fractionation and formulation) will be commented.

Keywords: supercritical carbon dioxide, fish oil, enzyme

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Interés de los AGPI n-3

Los aceites de pescado son, junto con las harinas de pescado, el principal subproducto de la industria pesquera. Una de las vías de valorización del aceite de pescado es la obtención de ácidos grasos poli-insaturados omega-3 (AGPI n-3). Estos compuestos, en especial el ácido eicosapentanoico (20:5 n-3, EPA) y el ácido docosahexanoico (22:6 n-3, DHA) presentan un gran interés, ya que son esenciales en la dieta y su ingesta en niveles adecuados presenta efectos beneficiosos para la salud bien establecidos. Una de las revisiones más completas puede encontrarse en [1]. Rubio-Rodríguez *et al.* [2] presentan también un breve resumen de las últimas investigaciones en este campo. Más recientemente, se han revisado los mecanismos de acción, el papel fisiológico y los potenciales efectos beneficiosos sobre la salud de los AGPI n-3 [3]. Se considera que una ingesta adecuada de AGPI n-3 tiene un importante papel en la prevención de enfermedades cardiovasculares, ya que afectan positivamente a múltiples factores de riesgo como la hipertensión arterial y los niveles de triglicéridos en plasma [3]. También se han observado efectos positivos en otras patologías no relacionadas con el sistema cardiovascular, como la artritis reumatoide y, en menor grado, sobre la enfermedad inflamatoria intestinal y el asma [3]. El DHA juega un importante papel estructural en los órganos de la vista y del sistema nervioso, por lo que es esencial para el normal desarrollo cognitivo en niños y puede prevenir la aparición de enfermedades neurodegenerativas ligadas al envejecimiento en adultos [3]. Las conclusiones generales de estas investigaciones suelen coincidir en la recomendación de mantener una adecuada ingesta de AGPI n-3, tanto de forma natural a través de los

alimentos que naturalmente los contienen o bien como suplementos dietéticos, con el objetivo de mantener una buena salud [4].

1.2. Proceso de obtención de AGPI n-3. Métodos convencionales

El proceso de obtención de AGPI n-3 comienza con la extracción de aceite de la matriz que los contiene. Actualmente, el método más común para realizar esta operación a nivel industrial es el prensado en húmedo [5]. Este método consta de un primer paso de cocción para facilitar la extracción del aceite desde los tejidos, seguido de diferentes operaciones físicas de separación (prensado, centrifugación) que pueden simplificarse con la utilización de una centrifuga de 3 fases tras el cocinado [2].

Una vez obtenido el aceite de pescado crudo, éste se somete a una serie de operaciones de refinado y purificación. El objetivo es eliminar componentes indeseables como ácidos grasos libres, glicéridos, fosfolípidos, esteroides, pigmentos, tocoferoles y, en ocasiones, tóxicos como metales pesados, dioxinas o PCBs [6]. Las operaciones de refinado y purificación más comunes a nivel industrial, como el desgomado, neutralización, absorción y desodorización, implican el uso de productos químicos (álcalis) y la pérdida de aceite durante el procesado. La operación de desodorización tiene un gran impacto en la calidad sensorial del aceite, pero los métodos convencionales como la destilación con vapor a baja presión emplean temperaturas relativamente altas que pueden provocar la degradación de compuestos termolábiles como los AGPI n-3 y la aparición de productos indeseables [7]. Opcionalmente, el aceite de pescado refinado puede someterse a una operación de concentración para aumentar la proporción de AGPI n-3. Industrialmente, se suele realizar un fraccionamiento mediante destilación a vacío previa reacción de los triglicéridos del aceite con etanol para obtener ésteres etílicos de ácidos grasos.

En general, podemos decir que las altas temperaturas, los disolventes orgánicos y productos químicos empleados y la intensa manipulación a la que se somete el aceite de pescado en el proceso convencional de obtención de AGPI n-3 pueden fácilmente provocar el deterioro del mismo, tal y como reflejan recientes publicaciones al respecto [8]. La tecnología de fluidos supercríticos (FSCs) surge como una posible alternativa para evitar los inconvenientes que presenta la obtención de concentrados de AGPI n-3 mediante métodos convencionales.

1.3. Tecnología de FSCs en la obtención de AGPI n-3

Un FSC es aquel fluido que se encuentra a condiciones de temperatura (T) y presión (p) superiores a las críticas ($T > T_c$, $p > p_c$), sin alcanzar las presiones necesarias para transformarlo en sólido, y preferiblemente con una densidad cercana o superior a la densidad crítica ($\rho > \rho_c$) que le proporcione un poder disolvente suficiente [9] (Fig. 1). Los FSCs presentan propiedades intermedias entre líquido y gas. Al encontrarse por encima de su T_c , la elevada energía cinética molecular vence las fuerzas de atracción intermolecular propias del estado líquido. En este sentido, los FSCs se comportan como un gas ocupando todo el volumen del recipiente que los contiene, poseen una alta difusividad molecular y su tensión superficial es casi nula, lo que permite una fácil penetración en matrices sólidas y microporosas. Asimismo, la baja viscosidad permite el flujo por el interior de conducciones con un mínimo requerimiento energético. Al estar sometidos a condiciones de $p > p_c$ poseen una densidad cercana a la de los líquidos, por lo que presentan un poder disolvente similar a éstos.

Los FSCs también son disolventes con elevada selectividad, ya que son compresibles y su densidad y por tanto su poder disolvente dependen de las condiciones de p y T .

El dióxido de carbono supercrítico (CO₂-SC) es posiblemente el FSC más utilizado debido a su alta disponibilidad a precio reducido y a que no es tóxico ni inflamable. Además, sus condiciones supercríticas son moderadas ($p_c = 7,38$ MPa y $T_c = 304,15$ K) y es gas en condiciones ambientales, por lo que por simple descompresión se obtiene un producto libre de disolvente y, dadas las condiciones moderadas de operación y la baja reactividad del disolvente, poco o nada modificado.

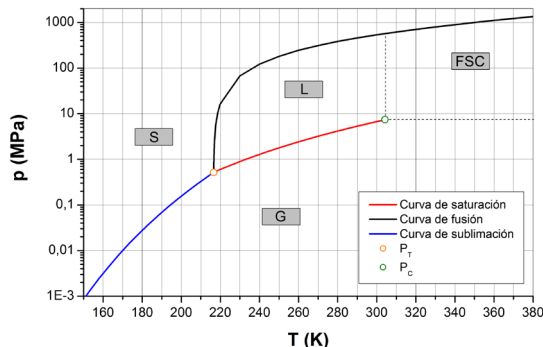


Figura 1. Diagrama pT para el CO₂. Elaboración propia a partir de [10].

En las últimas décadas se han desarrollado numerosos procesos que aprovechan las ventajosas propiedades que presenta el CO₂-SC como disolvente. Entre ellos destacan extracción, fraccionamiento, cromatografía, reacciones enzimáticas, formulación de productos, inactivación de microorganismos, etc. [2]. Recientemente, se ha revisado la aplicación de distintas técnicas que emplean FSCs, como la extracción con fluidos supercríticos (SFE), el fraccionamiento supercrítico (SFF) y la cromatografía con fluidos supercríticos (SFC) al proceso de obtención de AGPI n-3. También se ha propuesto la combinación de la tecnología supercrítica con la utilización de enzimas como método alternativo de obtención de concentrados de AGPI n-3 [2].

Dada la relativamente buena solubilidad del aceite de pescado y sus derivados en CO₂-SC, la incorporación de la tecnología FSC es posible en la mayoría de las operaciones implicadas en el procesado del aceite de pescado, desde la extracción del aceite de pescado crudo hasta la formulación del producto final, pasando por el refinado, purificación y concentración de los AGPI n-3, pudiendo llegar a un proceso integrado con considerables ventajas respecto del convencional, ya que las temperaturas implicadas son suaves, se logra minimizar la manipulación del aceite y su contacto con el oxígeno y se evita el uso de disolventes orgánicos tóxicos y otros químicos contaminantes.

La extracción con fluidos supercríticos (SFE) de aceite de pescado se considera como una alternativa prometedora a los métodos de extracción convencionales, como el prensado en húmedo o la destilación con vapor a baja presión [11]. El aceite de pescado crudo obtenido por SFE presenta generalmente alta calidad, con bajo grado de hidrólisis, sin problemas de degradación térmica ni oxidativa y sin residuos de disolvente. Todo ello con un rendimiento similar al obtenido con métodos con-

vencionales. Por estas razones, los procesos subsiguientes de refinado y purificación pueden ser menos intensos. La materia prima obtenida es además adecuada para la producción de concentrados de AGPI n-3. Es importante indicar que el proceso SFE puede emplearse también en las etapas de refinado y purificación. Así, se han obtenido buenos resultados empleando SFE en el desgomado [12] y la desacidificación [13] de aceites de diferentes semillas. Igualmente, se ha investigado la SFE en contracorriente para retirar dioxinas de aceite de hígado de bacalao [14], obteniéndose buenos rendimientos de eliminación.

La tecnología supercrítica, en combinación con la tecnología enzimática, también puede emplearse en los procesos de obtención de AGPI n-3. El empleo de $\text{CO}_2\text{-SC}$ como medio en el que llevar a cabo reacciones catalizadas por enzimas se presenta como una técnica prometedora para la modificación de aceites de pescado y la obtención de concentrados de AGPI n-3 [2]. La modificación enzimática de aceites de pescado en $\text{CO}_2\text{-SC}$ se basa en el uso de enzimas, generalmente lipasas (EC 3.1.1.3) capaces de catalizar reacciones de hidrólisis, alcoholisis o transesterificación de triglicéridos y otros derivados lipídicos con una elevada actividad catalítica, en condiciones suaves de operación y con un alto grado de especificidad. Además, la incorporación de $\text{CO}_2\text{-SC}$ al medio de reacción aumenta la difusividad y disminuye la viscosidad del medio, minimizando la resistencia a la transferencia de materia y por tanto aumentando la velocidad de reacción.

En la literatura científica se puede encontrar un gran número de referencias sobre modificación enzimática de diferentes sustratos en $\text{CO}_2\text{-SC}$. Los avances en este campo están recogidos en revisiones recientes [15, 16]. No obstante, se echa en falta una investigación más encaminada hacia los principios de la técnica. El equilibrio entre fases de los reactivos y productos de reacción implicados y la evaluación del efecto que tiene la exposición al $\text{CO}_2\text{-SC}$ sobre el catalizador constituyen aspectos básicos que pueden ayudar a establecer las condiciones de reacción más adecuadas a la hora de llevar a cabo el estudio cinético. El presente trabajo plantea una serie de estudios fundamentales dirigidos a comprender el proceso global y facilitar su optimización. Entre ellos, se propone el estudio de la actividad residual de distintas enzimas al tratamiento con $\text{CO}_2\text{-SC}$, el estudio del equilibrio entre fases del sistema de reacción con el objetivo de delimitar regiones con buenas condiciones de miscibilidad en las que llevar a cabo la reacción y el estudio cinético de la reacción enzimática de etanolisis de aceite de pescado en $\text{CO}_2\text{-SC}$. Para concluir, se comentarán aspectos importantes sobre futuros trabajos ligados a las aplicaciones de la tecnología, el proceso en continuo y el fraccionamiento y la formulación de los productos de reacción.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Efecto del tratamiento con $\text{CO}_2\text{-SC}$ sobre la actividad enzimática

2.1.1. Enzimas

Se han estudiado 4 preparados enzimáticos comerciales: Lipozyme[®] RM IM, (Novo Nordisk) de *Rhizomucor miehei*, inmovilizada sobre una resina macroporosa hidrofílica. Lipozyme[®] 435, (Novozymes) de *Candida antarctica* inmovilizada sobre una resina acrílica macroporosa hidrofóbica. Palatase[®] 20000 L (Novozymes) es el equivalente en forma libre de Lipozyme[®] RM IM. Lipozyme[®] CALB L (Novozymes)

es el equivalente en forma libre de Lipozyme® 435. Se presentan en una disolución acuosa con glicerol como estabilizante.

2.1.2. Tratamiento con CO₂-SC

El equipo utilizado para el tratamiento de las enzimas con CO₂-SC consta de varias celdas de alta presión con volúmenes desde 3 mL a 10 mL en cuyo interior se introduce la enzima a tratar. El preparado de enzima se carga en la celda, que se conecta al circuito de presión y se coloca en un baño termostático a la temperatura establecida. A continuación, el sistema se lleva hasta la presión de trabajo. Una vez transcurrido el tiempo de exposición, el sistema se despresuriza para recuperar la enzima y determinar su actividad residual. Las condiciones experimentales se variaron en el rango 10-25 MPa; 308-343 K; 60-360 min y 1-3 ciclos de tratamiento.

2.1.3. Determinación de la actividad residual

Para la determinación de la actividad residual de las enzimas inmovilizadas se utilizó el método de Oliveira *et al.* [17] modificado, basado en la determinación de la velocidad inicial de la reacción de esterificación entre ácido láurico y propanol. El ácido láurico remanente se valoró con KOH en solución etanólica 0,1 N. La mezcla de reacción sin la enzima se valoró de la misma forma para calcular el consumo de ácido láurico. La actividad enzimática residual se define como la relación entre el ácido láurico consumido por la enzima tratada y el consumido por la enzima sin tratar (Ec. 1).

$$\text{AER} = \frac{(\text{C12:0}_B - \text{C12:0}_{\text{ET}}) \cdot (\text{g enz})^{-1} \cdot (t_{\text{reacción}})^{-1}}{(\text{C12:0}_B - \text{C12:0}_{\text{EST}}) \cdot (\text{g enz})^{-1} \cdot (t_{\text{reacción}})^{-1}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Para la determinación de la actividad residual de las enzimas libres se utilizó el método de la hidrólisis del aceite de oliva [18]. Los ácidos grasos liberados por la enzima, mayoritariamente ácido oleico, se determinan mediante valoración con KOH en solución etanólica 0,1 N. La mezcla de reacción sin la enzima se valora de la misma forma para calcular la producción de ácido oleico. La actividad enzimática residual se define como la relación entre el ácido oleico producido por la enzima tratada y el producido por la enzima sin tratar (Ec. 2).

$$\text{AER} = \frac{(\text{C18:1}_{\text{ET}} - \text{C18:1}_B) \cdot (\text{g enz})^{-1} \cdot (t_{\text{reacción}})^{-1}}{(\text{C18:1}_{\text{EST}} - \text{C18:1}_B) \cdot (\text{g enz})^{-1} \cdot (t_{\text{reacción}})^{-1}} \cdot 100\% \quad (2)$$

2.2. Estudio del equilibrio entre fases

2.2.1. Materiales

Se ha utilizado una mezcla de aceite de sardina y aceite de túnidos refinado suministrado por AFAMSA S.A., etanol absoluto (99,9%) y CO₂ 99,9%. Los ácidos grasos mayoritarios del aceite estudiado son palmítico (C16:0; 21.0%), oleico (C18:1; 18.4%) y docosahexanoico (C22:6n-3; 24.9%), según análisis por el método AOAC [19]. El perfil completo se encuentra publicado en [20].

2.2.2. Procedimiento experimental

El equipo utilizado en la determinación del equilibrio entre fases consiste en una celda de alta presión de volumen variable con visor de zafiro HPVC 300-HT (Fig.

2). La cámara de alta presión (< 50 MPa) consta de una ventana de zafiro de 18 mm de diámetro en la que se puede situar un equipo de grabación con transmisión directa de imagen. El equipo posee una cubierta protectora y aislante. El control de la temperatura en el interior se consigue mediante calefacción con baño de aire. La lectura de p y T se realiza a través de transductores debidamente calibrados. Para mejorar el contacto entre las fases se cuenta con una bomba de engranaje que recircula la fase ligera desde la parte superior de la cámara y la burbujea a través de la fase pesada. La celda cuenta con una válvula de 6 vías conectada en la recirculación que permite la toma de muestras de la fase ligera. La fase pesada se muestrea mediante una válvula micrométrica conectada en la parte inferior de la celda, evitando la caída de presión mediante el accionamiento de un pistón de tornillo manual cuyo giro provoca la variación del volumen de la cámara (40-70 mL). Las muestras se recogen en una trampa fría conectada a un medidor térmico de CO_2 de alta precisión (Bronkhorst) que nos permite determinar la cantidad de CO_2 presente en la muestra. A continuación, el aceite y el etanol presentes se determinan por pesada diferencial de la muestra antes y después de evaporar el etanol en rotavapor (Heidolph).

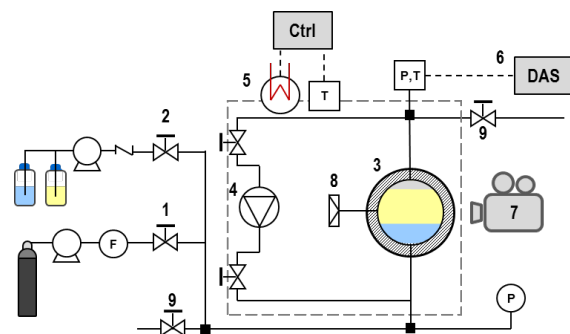


Figura 2. Celda de alta presión de volumen variable con visor de zafiro HPVC 300-HT: 1: entrada de CO_2 ; 2: entrada de líquidos; 3: celda de volumen variable con visor de zafiro; 4: bomba de recirculación; 5: calefacción; 6: sistema de adquisición de datos; 7: cámara de vídeo; 8: disco de ruptura; 9: purga del sistema.

2.3. Cinética enzimática en CO_2 -SC

2.3.1. Materiales

Se utilizaron las enzimas Lipozyme[®] RM IM y Lipozyme[®] 435, descritas en el apartado 2.1.1. El sistema de reacción consistió en aceite de pescado, etanol y CO_2 de las mismas características que los descritos en el apartado 2.2.1.

2.3.2. Procedimiento experimental

El equipo utilizado es similar al descrito en el apartado 2.1.2. Consiste en un reactor discontinuo de tanque agitado de alta presión (HP-BSTR) de 100 mL de capacidad y dotado de un sistema de toma de muestras (Fig. 3). En su interior se introducen los sustratos junto con la enzima. A continuación se cierra el reactor, se conecta al circuito de presión y se lleva al baño de agua termostático a la temperatura estableci-

da. Seguidamente, el sistema se lleva hasta la presión de trabajo. Un capilar sifonado conectado a una válvula permite extraer muestra periódicamente durante 24 h. El seguimiento de la reacción se realizó mediante análisis del perfil de lípidos neutros por HPLC [21] y del etanol y el glicerol por HTGC [20].

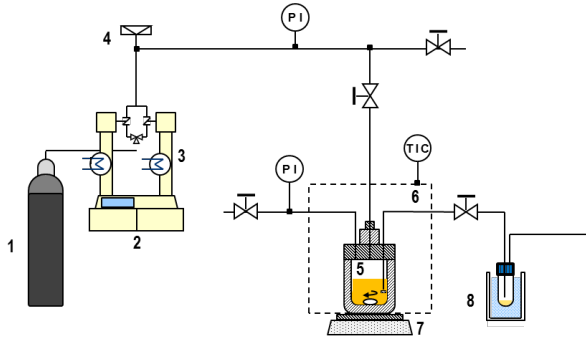


Figura 3. Reactor discontinuo agitado de alta presión (HP-BSTR). 1: fuente de CO₂; 2: bomba de jeringa; 3: criostato; 4: disco de ruptura; 5: HP-BSTR; 6: baño de agua termostatado; 7: agitador magnético; 8: toma de muestras.

3. RESULTADOS

3.1. Efecto del tratamiento con CO₂-SC sobre la actividad enzimática

Los efectos del tratamiento con CO₂-SC sobre la actividad de las enzimas han sido descritos por diversos autores. Una breve revisión, centrada en las enzimas tipo lipasas, se puede encontrar en una reciente publicación de nuestro grupo sobre el tema [22]. En general, podemos decir que el CO₂-SC tiene efectos poco significativos o ligeramente negativos sobre la actividad de las lipasas inmovilizadas, mientras que en el caso de las lipasas libres, los tratamientos en condiciones suaves pueden provocar un aumento de la actividad catalítica con respecto de la inicial. Los valores de Actividad Enzimática Residual (AER) observados oscilaban entre 76,50 y 100,24 % para Lipozyme[®] RM IM; entre 77,65 y 100 % para Lipozyme[®] 435; entre 134,78 y 86,27 % para Palatase[®] 20000L y entre 112,30 y 80,85 para Lipozyme[®] CALB L.

Las mayores pérdidas de AER fueron atribuibles a desnaturalización térmica. De las enzimas inmovilizadas, Lipozyme[®] 435 es ligeramente menos estable que Lipozyme[®] RM IM en las condiciones de tratamiento ensayadas. El contenido de agua de la enzima, en relación con la naturaleza del soporte de inmovilización, puede ser la causa, ya que se sabe que la actividad catalítica en medio no acuoso depende en gran medida del grado de hidratación de la enzima [23].

En el caso de las enzimas libres (Palatase[®] 20000 L y Lipozyme[®] CALB L) se observó un aumento de actividad cuando el tratamiento se lleva a cabo en condiciones suaves. Este comportamiento también ha sido observado por otros autores en Lipozyme[®] CALB L [24] y en otras enzimas [25-27]. La explicación más aceptada es que el tratamiento con CO₂-SC en condiciones suaves provoca cambios a nivel de las estructuras secundaria y terciaria de la proteína enzimática hacia una forma abierta

con el centro activo más accesible a los sustratos y por tanto con una mayor actividad catalítica [24].

3.2. Estudio del equilibrio entre fases

El estudio del equilibrio entre fases constituye una de las bases para el desarrollo y aplicación de la tecnología de FSCs. Existen varias revisiones que abordan los sistemas (pseudo)binarios CO_2 + aceites comestibles, triglicéridos, otros derivados lipídicos y sus mezclas [28, 29]. Sin embargo, en el caso de los sistemas (pseudo) ternarios del tipo CO_2 + etanol + lípidos, encontramos menos referencias, y casi todas relacionadas con el uso de etanol como cosolvente [30], ya que se ha observado que la solubilidad de los aceites de pescado y de los compuestos lipídicos en general aumenta cuando se añaden modificadores polares como el etanol [31]. Podemos citar algunos trabajos sobre el equilibrio entre fases de los sistemas CO_2 + etanol + aceite de hígado de bacalao o sus etil-ésteres [32], aceite de soja, aceite de ricino o sus respectivos etil-ésteres en el rango 286-343 K y presiones hasta 27 MPa [33], aceite de colza en el rango 313-353 K y 6-12 MPa [34] y aceite de girasol en el rango 313-333 K y 13-20 MPa [35].

En cuanto a los resultados obtenidos, los datos experimentales son comparables con los encontrados en bibliografía para aceites de similares características. También podemos comparar nuestros resultados con los datos experimentales de equilibrio publicados recientemente por nuestro grupo sobre el mismo aceite de pescado + etanol + *tert*-pentanol y + n-hexano [20]. En todos los casos, la región de inmiscibilidad entre aceite de pescado y etanol disminuye al añadir un disolvente como el CO_2 -SC, el *tert*-pentanol o el n-hexano. Las rectas de reparto indican que el comportamiento del sistema con CO_2 es similar al del sistema con n-hexano, ya que el disolvente se reparte de forma similar entre ambas fases mientras que en el sistema con *tert*-pentanol la fase etanólica es más rica en disolvente que la fase oleosa [20]. En el caso del sistema CO_2 + etanol + aceite de pescado también se ha estudiado la región de inmiscibilidad rica en CO_2 , donde observamos que, a medida que aumenta la concentración de etanol en el sistema, se produce un reparto diferencial de este componente con preferencia hacia la fase ligera.

A partir de estas representaciones del equilibrio, se pueden determinar las condiciones óptimas en las que llevar a cabo la reacción enzimática, de forma que se minimice la resistencia al transporte de materia y la estequiometría de la reacción sea la adecuada. Queda pendiente la obtención de datos experimentales a diferentes condiciones de presión y temperatura; así como la correlación de los mismos mediante los correspondientes modelos termodinámicos.

3.3. Cinéticas enzimáticas en CO_2 -SC

Como se ha mencionado en la introducción, en la literatura científica podemos encontrar varias revisiones sobre modificación enzimática en CO_2 -SC [15, 16], incluyendo la utilización de diferentes lipasas, generalmente en forma inmovilizada, para catalizar reacciones de modificación de lípidos y derivados lipídicos. Así, Marty *et al.* [36, 37] presentan los primeros estudios sobre la esterificación de ácido oleico con etanol en CO_2 -SC mediante una lipasa inmovilizada de *Mucor miehei* (Lipozyme®), obteniendo mayores rendimientos que en un disolvente orgánico convencional como el n-hexano. La primera referencia sobre la modificación enzimática de aceites natura-

les evalúa la transesterificación de aceite de colza con grasa de leche anhidra mediante una lipasa de *Candida cylindracea* [38]. Gunnlaugsdottir et al. [32, 39-41] publicaron una serie de artículos en los que estudiaron la etanolisis de aceite de hígado de bacalao mediante Novozym® 435 de *C. antarctica*. En los últimos años, se ha propuesto el enriquecimiento de aceite de sábalo en AGPI n-3 mediante trans-esterificación catalizada por Lipozyme® IM-60 en CO₂-SC (5 h, 323 K y 10.34 MPa) [42]. También se propone una reacción similar partiendo de aceite de borraja y un concentrado de AGPI n-3 obtenido a partir de aceite de sábalo [43]. En ambos estudios, se propone un mecanismo de reacción tipo Ping-Pong Bi-Bi para el modelado cinético de la reacción. Recientemente, se ha publicado una evaluación sistemática del efecto de varios parámetros (tipo de lipasa, cantidad de catalizador, presión, temperatura, tiempo y adición de agua) sobre la reacción de esterificación de DHA de aceite de atún con etanol [44].

En este trabajo se propone el estudio cinético de la reacción de etanolisis de aceite de pescado en CO₂-SC. Se ha realizado el seguimiento de varias cinéticas enzimáticas en el rango de 323-353 K y 7,5-20 MPa a diferentes relaciones molares iniciales de sustratos (RM), de 2:1 a 76:1 (etanol:aceite). Actualmente los resultados obtenidos están siendo analizados para su correlación con aquellos modelos cinéticos que mejor describan los datos experimentales obtenidos. La mayoría de las referencias bibliográficas sobre el tema se basan en mecanismos tipo Ping-Pong Bi-Bi [37, 42, 43], por lo que este mecanismo ha sido inicialmente el elegido para correlacionar nuestros datos experimentales.

4. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DE FUTURO

Los fluidos supercríticos, especialmente el CO₂-SC, ofrecen numerosas ventajas para la industria de obtención de aceite de pescado y sus derivados, como los concentrados de AGPI n-3. La incorporación de CO₂-SC al proceso permite integrar las etapas de extracción, refinado y purificación, concentración y formulación del producto de forma continua, a temperaturas suaves y sin contacto con el oxígeno ambiental. Se puede conseguir de este modo un producto con alto contenido en AGPI n-3 de alta calidad y con baja o nula degradación térmica y oxidativa.

Los resultados obtenidos han permitido establecer la base para llevar a cabo la reacción de etanolisis de aceite de pescado en SC-CO₂, con el objetivo de obtener derivados lipídicos ricos en AGPI n-3. El estudio cinético de esta reacción permitirá conocer las condiciones experimentales más adecuadas de cara a próximos trabajos sobre el proceso de reacción en continuo y el fraccionamiento de los productos de reacción en un separador acoplado. Estas investigaciones, junto con los trabajos anteriores, servirán como guía para llevar a cabo el escalado del proceso en continuo. También se proyecta el estudio de la microencapsulación de los productos de reacción mediante distintas técnicas de formación de partículas con CO₂-SC, como la expansión rápida de soluciones saturadas (RESS), la precipitación antisolvente (SAS) con secado supercrítico y la formación de partículas a partir de disoluciones saturadas con CO₂ (PGSS) o PGSS-Drying

REFERENCIAS

- [1] Chow, C. K. (Ed.). (2000). Fatty acids in foods and their health implications. Marcel Dekker, Inc. Nueva York-Basilea.

- [2] Rubio-Rodríguez, N., Beltrán, S., Jaime, I., de Diego, S.M., Sanz, M.T., Carballido, J.R. (2010). Production of omega-3 polyunsaturated fatty acid concentrates: A review. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 11, pp. 1-12.
- [3] Calder, P.C. (2012). Mechanisms of action of (n-3) fatty acids. *Journal of Nutrition* 142, pp. 592S-599S.
- [4] Lands, B. (2008). A critique of paradoxes in current advice on dietary lipids. *Progress in Lipid Research* 47, pp. 77-106.
- [5] FAO, F. I. D. (1986). The production of fish meal and oil. F. F. T. paper 142. Roma.
- [6] Cheryan, M. (1998). Ultrafiltration and microfiltration handbook, 2^a ed. EE.UU.: Technomic Lacaster.
- [7] Fournier, V., Destailats, F., Juanéda, P., Dionisi, F., Lambelet, P., Sébédio, J.L., Berdeaux, O. (2006). Thermal degradation of long-chain polyunsaturated fatty acids during deodorization of fish oil. *European Journal of Lipid Science and Technology* 108, pp. 33-42.
- [8] Albert, B.B., Cameron-Smith, D., Hofman, P.L., Cutfield, W. S. (2013) Oxidation of marine omega-3 supplements and human health. *BioMed Research International* 2013, article ID: 464921
- [9] Darr, J.A., Poliakoff, M. (1999). New directions in inorganic and metal-organic coordination chemistry in supercritical fluids. *Chemical reviews* 99, pp. 495-542.
- [10] Angus, S., Armstrong, B., de Reuck, K.M. (1976). CO₂. *International Thermodynamic Tables of the Fluid State*. IUPAC Project Centre, Imperial College, Londres: Pergamon Press.
- [11] Rubio-Rodríguez, N., de Diego, S.M., Beltrán, S., Jaime, I., Sanz, M.T., Rovira, J. (2012). Supercritical fluid extraction of fish oil from fish by-products: A comparison with other extraction methods. *Journal of Food Engineering* 109, pp. 238-248.
- [12] Pokorný, J. (2000). Physical refining of edible oils. *European Journal of Lipid Science and Technology* 102, pp. 472-486.
- [13] Bhosle, B.M., Subramanian, R. (2005). New approaches in deacidification of edible oils - A review. *Journal of Food Engineering* 69, pp. 481-494.
- [14] Jakobsson, M., Sivik, B., Bergqvist, P.A., Strandberg, B., Rappe, C. (1994). Counter-current extraction of dioxins from cod liver oil by supercritical carbon dioxide. *The Journal of Supercritical Fluids* 7, pp. 197-200.
- [15] Knez, Ž. (2009). Enzymatic reactions in dense gases. *The Journal of Supercritical Fluids* 47, pp. 357-372.
- [16] Matsuda, T. (2013). Recent progress in biocatalysis using supercritical carbon dioxide. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 115, pp. 233-41.
- [17] Oliveira, D., Feihmann, A.C., Rubira, A.F., Kunita, M.H., Dariva, C., Oliveira, J.V. (2006). Assessment of two immobilized lipases activity treated in compressed fluids. *The Journal of Supercritical Fluids* 38, pp. 373-382.
- [18] Worthington, V., Zacka, J. (1994). *A comprehensive manual on enzymes and related biochemicals*. American Biotechnology Laboratory 12, pp. 72.
- [19] *Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*, 4th Edition.

- [20] Bucio, S.L., Solaesa, A.G., Sanz, M.T., Beltrán, S., Melgosa, R. (2013). Liquid-liquid equilibrium for ethanolysis systems of fish oil. *Journal of Chemical and Engineering Data* 58, pp. 3118-3124.
- [21] Rebolleda, S., Rubio, N., Beltrán, S., Sanz, M.T., González-Sanjosé, M.L. (2012). Supercritical fluid extraction of corn germ oil: Study of the influence of process parameters on the extraction yield and oil quality. *The Journal of Supercritical Fluids* 72, pp. 270-277.
- [22] Melgosa, R., Sanz, M.T., Solaesa, Á.G., Bucio, S.L., Beltrán, S. (2015). Enzymatic activity and conformational and morphological studies of four commercial lipases treated with supercritical carbon dioxide. *The Journal of Supercritical Fluids* 97, pp. 51-62.
- [23] Bell, G., Hailing, P.J., Moore, B.D., Partridge, J., Rees, D.G. (1995). Biocatalyst behaviour in low- water systems. *TibTech* 13, pp. 468-473.
- [24] Liu, Y., Chen, D., Wang, S. (2013). Effect of sub- and super-critical CO₂ pretreatment on conformation and catalytic properties evaluation of two commercial enzymes of CALB and Lipase PS. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 88, pp. 1750-1756.
- [25] Bauer, C., Gamse, T., Marr, R. (2001). Quality improvement of crude porcine pancreatic lipase preparations by treatment with humid supercritical carbon dioxide. *Biochemical Engineering Journal* 9, pp. 119-123.
- [26] Manera, A. P. et al. Effect of compressed fluids treatment on the activity, stability and enzymatic reaction performance of β -galactosidase. *Food Chemistry* 125, 1235-1240 (2011).
- [27] Chen, D., Peng, C., Zhang, H., Yan, Y. (2013). Assessment of activities and conformation of lipases treated with sub- and supercritical carbon dioxide. *Applied biochemistry and biotechnology* 169, pp. 2189-201.
- [28] Güçlü-Üstündağ, Ö., Temelli, F. (2000). Correlating the solubility behavior of fatty acids, mono-, di-, and triglycerides, and fatty acid esters in supercritical carbon dioxide. *Industrial and Engineering Chemical Research* 39, pp. 4756-4766.
- [29] Güçlü-Üstündağ, Ö., Temelli, F. (2004). Correlating the solubility behavior of minor lipid components in supercritical carbon dioxide. *The Journal of Supercritical Fluids* 31, pp. 235-253.
- [30] Güçlü-Üstündağ, Ö., Temelli, F. Solubility behavior of ternary systems of lipids, cosolvents and supercritical carbon dioxide and processing aspects. *The Journal of Supercritical Fluids* 36, 1-15 (2005).
- [31] Catchpole, O.J., Grey, J.B., Noermark, K.A. (1998). Solubility of fish oil components in supercritical CO₂ and CO₂ + ethanol mixtures. *Journal of Chemical and Engineering Data* 43, pp. 1091-1095.
- [32] Gunnlaugsdottir, H., Karlsson, A.Å., Sivik, B. (1997). Lipase-catalyzed alcoholysis with supercritical carbon dioxide extraction. 2: Phase behavior. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 74, pp. 1491-1494.
- [33] Ndiaye, P.M., Franceschi, E., Oliveira, D., Dariva, C., Tavares, F.W., Oliveira, J.V. (2006). Phase behavior of soybean oil, castor oil and their fatty acid ethyl esters in carbon dioxide at high pressures. *The Journal of Supercritical Fluids* 37, pp. 29-37.

- [34] Geana, D., Steiner, R. (1995). Calculation of phase equilibrium in supercritical extraction of C54 triglyceride (rapeseed oil). *The Journal of Supercritical Fluids* 8, pp. 107-118.
- [35] Hernández, E. J., Mabe, G. D., Señoráns, F. J., Reglero, G., Fornari, T. (2008). High-pressure phase equilibria of the pseudoternary mixture sunflower oil + ethanol + carbon dioxide. *Journal of Chemical and Engineering Data* 53, pp. 2632-2636.
- [36] Marty, A., Chulalaksananukul, W., Condoret, J.S., Willemot, R.M., Durand, G. (1990). Comparison of lipase-catalysed esterification in supercritical carbon dioxide and in n-hexane. *Biotechnology Letters* 12, pp. 11-16.
- [37] Marty, A., Chulalaksananukul, W., Willemot, R. M., Condoret, J. S. (1992). Kinetics of lipase-catalyzed esterification in supercritical CO₂. *Biotechnology and Bioengineering* 39, pp. 273-280.
- [38] Zollweg, J.A. (1992). Enzymatic esterification of fatty acid mixtures from milk fat and anhydrous milk fat with canola oil in supercritical carbon dioxide. *Biotechnology Progress* 8, pp. 508-513.
- [39] Gunnlaugsdottir, H., Sivik, B. (1995). Lipase-catalyzed alcoholysis of cod liver oil in supercritical carbon dioxide. *Journal of American Oil Chemists' Society* 72, pp. 399-405.
- [40] Gunnlaugsdottir, H., Sivik, B. (1997). Lipase-catalyzed alcoholysis with supercritical carbon dioxide extraction 1: Influence of flow rate. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 74, pp. 1483-1490.
- [41] Gunnlaugsdottir, H., Mattias, J., Sivik, B. (1998). Process parameters influencing ethanolysis of cod liver oil in supercritical carbon dioxide. *The Journal of Supercritical Fluids* 12, pp. 85-93.
- [42] Lin, T., Chen, S., Chang, A. (2006). Enrichment of n-3 PUFA contents on triglycerides of fish oil by lipase-catalyzed trans-esterification under supercritical conditions. *Biochemical Engineering Journal* 29, pp. 27-34.
- [43] Lin, T., Chen, S. (2008). Enrichment of n-3 polyunsaturated fatty acids into acylglycerols of borage oil via lipase-catalyzed reactions under supercritical conditions. *Chemical Engineering Journal* 141, pp. 318-326.
- [44] Ma, N., Hong, S.I., Zhao, T., No, D.S., Kim, C.-T., Kim, Y., Kim, I.-H. (2014) Enrichment of docosahexaenoic acid from tuna oil via lipase-mediated esterification under pressurized carbon dioxide. *The Journal of Supercritical Fluids* 87, pp. 28-33.

LA FIGURA DE LOS ARREPENTIDOS-COLABORADORES COMO RESULTADO DEL DERECHO PENAL DEL ENEMIGO

MARÍA ISABEL VICENTE DEL OLMO

RESUMEN

La figura de los arrepentidos-colaboradores con la justicia supone retomar el debate jurídico respecto a la conveniencia o no de potenciar ciertas medidas de investigación especial, basadas en fórmulas premiales y de justicia negociada, que son aplicadas como herramientas muy efectivas, se dice, para destapar, investigar y castigar conductas relacionadas con la corrupción pública y las tramas organizadas de delincuencia, pero sin embargo no se debe olvidar que suponen una grave merma a los principios básicos del derecho penal.

Palabras clave: arrepentido, colaborador, derecho penal del enemigo, derecho premial, seguridad, garantista, eficientista, criminalidad organizada.

ABSTRACT

The figure of the repentant - collaborators of justice supposed to return to the legal debate on whether or not to enhance certain measures of special research, based in indulge them and negotiated justice formulas, which are applied as very effective tools are said to uncover, investigate and punish conduct relating to public corruption and organized crime frames, yet we must not forget that pose a serious decline to the basic principles of criminal law.

Keywords: unrepentant collaborator enemy criminal law, right reward system, security, guarantor , organized crime.

1. PONENCIA

La figura del arrepentido responde a un instituto con regulación concreta cuya actividad está prevista en nuestro ordenamiento jurídico, tanto de un punto de vista penal, en los artículos 376 y 579 del Código Penal, como procesal, dado que estamos hablando de una persona imputada en un proceso penal; y en el que los límites de la contraprestación por su aporte “no altruista” a la investigación vienen predeterminados, accediendo a los beneficios solo después de la necesaria ponderación judicial por el magistrado interviniente que determinará en qué consiste esta merced punitiva y/o si es necesario establecer alguna medida de carácter protector.

Las cláusulas premiales concedidas al arrepentido que colabora con la justicia se han venido contemplando como una especie de cuerpo extraño en el ordenamiento jurídico, suscitando un amplio recelo entre la literatura penal contemporánea, tanto en nuestro país como en el resto, evidenciándose la permeabilidad del Derecho premial a las transformaciones ideológicas, en función del contexto socio-político y económico. Así autores como Muñoz Conde señala que estas figuras conducen a una especie de

justicia penal negociada¹, cuya legitimación siempre ha sido puesta en cuestión desde distintas ópticas, dudando además de su eficacia para neutralizar las formas criminales más graves.

No se debe realizar análisis alguno sin obviar que supone un menoscabo de derechos fundamentales derivados de la Constitución, con un deterioro de los principios del sistema muy superior a los beneficios obtenidos por el Estado.

Y no cabe duda de que para poder obtener un análisis completo de esta figura, y de las causas que provocan su aparición y su permanencia, se debe acudir al moderno Derecho penal del enemigo, de la sociedad de riesgo, como paradigma de un intervencionismo de corte preventivista, basándose en razones utilitarias, en una búsqueda unilateral de eficacia y de aseguramiento de bienes jurídicos, especialmente cuando se trata de combatir estructuras criminales organizadas. Para lograr este objetivo no se ha dudado en sustituir la teoría clásica del delito de clave liberal, garantista y de certeza jurídica.

En el desarrollo de la normativa, la posibilidad de instaurar no sólo medidas de protección, sino también beneficios penales y procesales a los que pueda adherirse el miembro de una trama corrupta que se ofrezca a colaborar con la autoridad en la persecución de otros miembros de la organización, supone otorgar al Ministerio Fiscal un importante marco de discrecionalidad para desistir de la persecución de dichas personas por algunos delitos cometidos o supeditar su decisión de sobreseimiento al cumplimiento de ciertas condiciones previamente estipuladas, como instrumento de política criminal con el fin de obtener información que pudiera ser relevante para identificar a otros autores del delito, así como para descomponer organizaciones criminales a las que el imputado hubiere pertenecido o con las que hubiere colaborado.

Esta solución práctica que puede ser abordada desde un plano material penal, teniendo en cuenta la reducción o exención de responsabilidad penal, o desde un plano procesal, observando la inmunidad procesal del delincuente colaborador con la Justicia o la suspensión temporal de la acusación en su contra, se enfrenta con los tradicionales fines de la pena y, claramente, puede no ser comprendida por la sociedad, que observa como el sujeto infractor no solo no es castigado por sus delitos, sino que incluso es recompensado por una actuación colaboradora con las autoridades.

Por ello, las propuestas que defienden la incorporación de estas teorías utilitaristas al proceso penal español han sido objeto de críticas, que podemos dividir en tres grupos.

En el primero de ellos se incluyen aquellas que ponen de relieve el carácter desigualitario de este tipo de propuestas, dado que si se premia la colaboración para el descubrimiento de organizaciones delictivas, no cabe duda que se beneficia más a los niveles superiores de la organización que pueden ofrecer una mayor información, al tener más implicación y conocimientos sobre la misma, lo que además puede conllevar mayor culpabilidad. Aquí se engloban las críticas vinculadas con el principio de proporcionalidad de la pena por considerar excesiva la disminución de la misma o cuando prescinde totalmente de ella, lo que supone en la práctica un indulto.

¹ MUÑOZ CONDE, Francisco. *La generalización del Derecho Penal de excepción: tendencias legislativas y doctrinales: entre la tolerancia cero y el derecho penal del enemigo*. Consejo General del Poder Judicial, 2007.

Se considera desde este punto de vista que el favorecimiento de este tipo de conductas colaboracionistas, que no imponen una obligación de arrepentimiento, supone admitir que el Estado es incapaz de llevar a cabo una lucha eficaz contra la delincuencia organizada. Por otra parte la generalización de este tipo de medidas, creadas para situaciones excepcionales en materia de terrorismo, puede dar lugar a intromisiones policiales intolerables en el proceso penal.

En un tercer grupo se pueden agrupar las críticas vinculadas a la introducción de supuestos de acusación negociada en el proceso penal, que se consideran como residuos de un método inquisitorial para la obtención de pruebas, y que dotan de gran discrecionalidad al Ministerio Fiscal.

Los más críticos argumentan que, mediante este tipo de justicia negociada, se podría llegar incluso a situaciones en las que los escritos de acusación no se correspondieran con los resultados de la actividad probatoria, ni siquiera con la valoración precisa de los hechos, sino que por el contrario se traten de “una mera declaración de intenciones en la que asistiremos a un artificioso agravamiento de las consecuencias penales, más allá de lo que el propio acusador considera una solución justa”.²

En la misma línea de reflexión, se plantea la posibilidad de que se pudiera llegar a determinadas situaciones de intimidación con oferta de la obtención de determinados beneficios o incluso a la amenaza de perjuicios, vinculados a la colaboración o negativa a la misma por parte del acusado, convirtiendo así al Ministerio Fiscal en el gran dominador del proceso penal. Y por lo que se refiere a los jueces podría producirse una perversa evolución del empleo de la prisión provisional vinculada a los inquisidores y su utilización de fines coercitivos para el descubrimiento de pruebas.

Al igual que la normativa italiana relativa a los *pentiti* italianos, la nuestra está dirigida hacia una finalidad puramente práctica que prioriza el principio de oportunidad política por encima del de legalidad, ajena a cualquier consideración de justicia material, lo que vincula esta institución con el fin unilateralmente pragmático que inspira el Derecho penal de la seguridad.

Y así, aunque el origen se vincule y se fundamente sin duda en una visión del Derecho penal de enemigo, sin embargo se conceden beneficios consistentes en una cierta impunidad o una atenuación, por lo que el «enemigo» inicial se convierte en un «amigo»; ahora bien, no como resultado de una resocialización, sino como consecuencia de una delación, por lo que no puede considerarse como comportamiento voluntario de retorno a la sociedad.

Considerando esto, es preciso recordar que actualmente, y sin necesidad de introducir reforma alguna en nuestro sistema penal, el juicio oral por determinados delitos solo puede ser instado por la Fiscalía o la acusación particular si la hubiere, y no se deben olvidar los amplios márgenes que el Ministerio Fiscal tiene para pactar una sentencia de conformidad con el acusado, lo que permite al Estado utilizar instrumentos con los que lograr una mayor colaboración del acusado a cambio de la rebaja de la pena a imponer. Pero sin embargo, como no hay soluciones perfectas, esta opción plantea también reflexiones de carácter moral, si se considera que se está recompensando a quien ha cometido un delito.

² CABEZUDO RODRÍGUEZ, Nicolás. *Justicia negociada y nueva reforma procesal penal*. Diario LA LEY, núm. 5815, de 2 de julio de 2003.

La regulación legal de los arrepentidos resulta técnicamente deficiente con relación a las cláusulas premiales, dado que éstas precisarían de una difusión de su existencia a los potenciales interesados y de una regulación clara y precisa sobre su alcance y requisitos. Así, en principio se observan numerosos puntos débiles de orden procesal-penal y constitucional, capaces de menoscabar los postulados del Estado de Derecho, salvables únicamente si los artículos 376 y 579 del Código Penal se interpretan con criterios correctores con el fin de evitar abusos y si solo se aplican con carácter excepcional, que algunos autores concretan en situaciones de necesidad en la investigación, imposibles de superar de otro modo, cuando no surja por sí misma la información o se den situaciones que impliquen una merma del control público sobre la criminalidad.

La redacción de los artículos mencionados también merece críticas, puesto que se observa una tipificación insuficiente con conceptos jurídicos normativos indeterminados que conceden un amplio margen de discrecionalidad judicial. Además no se establece el grado de idoneidad o eficacia que ha de revestir la colaboración, no especificando qué tipo de declaración es necesaria. En un principio parece suficiente que la colaboración que realice el arrepentido aporte información adecuada para que el juez llegue al convencimiento de que existen indicios bastantes para identificar a personas concretas como responsables de un delito.

Un estudio profundo de la figura analizada concluye que en la práctica supone una negación absoluta del “deber ser” del sistema penal, de la constitución en un Estado Constitucional Social de Derecho, respetuoso de los derechos fundamentales y las garantías individuales.

En este sentido, en el contexto de las sociedades contemporáneas y el sistema penal que de ello se deriva, eficientista y de seguridad, se alimenta en mayor medida el antiguo conflicto entre derechos/seguridad, libertades/control, eficiencia/garantismo, solo que en los últimos tiempos la legitimación del derecho penal, en palabras de Pavarini, se debate entre “reduccionismo” versus “expansionismo”, lo que conduce a diferenciar, en el Estado contemporáneo, entre el Estado de Derecho en sentido material y el Estado de policía o de la prevención.³

En consecuencia, se parte de la negación de los principios del Estado constitucional social de derecho a partir de la implementación de las teorías del Derecho penal del enemigo en el proceso penal, que al ser propias de una política criminal eficientista, como discurso legitimador de control y lucha contra la criminalidad organizada, genera fuertes contradicciones entre el contenido material de protección de derechos fundamentales previstos en la Constitución y las limitaciones e injerencias de las que estos principios son objeto por parte de las instancias del poder punitivo.

A efectos de legitimación, no deja de ser paradójico que las aludidas cláusulas premiales se introduzcan en campos delictivos castigados con una especial severidad, pero también resulta curioso que partiendo de estos tipos delictivos se pretenda extender a figuras delictivas más leves que nada tiene que ver con los aspectos que pretenden justificar su establecimiento, por ejemplo en los delitos de defraudación tributaria tras la reforma de 27 de diciembre de 2012.

³ PAVARINI, Massimo, *Castigar al enemigo. Criminalidad, exclusión e inseguridad*, Ed. Flacso, Quito, 2009. pp. 173 y ss.

Así, si este Derecho penal olvida los fines resocializadores de la pena, se producen contradicciones con otros ámbitos, tales como las finalidades preventivas y de seguridad que propugna, tanto del sistema como en particular del ordenamiento, produciendo desconfianza en los ciudadanos en cuanto a la aplicación del Derecho.

Las figuras premiales introducidas en los ordenamientos jurídico-penales pueden verse como un reconocimiento de la impotencia de las estrategias anti-crimen que se apoyan fundamentalmente en la exasperación punitiva, lo que supone un reconocimiento de que la amenaza penal no es suficiente como mecanismo preventivo.⁴

Conviene resaltar que también ha de prestarse atención al análisis de la función del Derecho penal mismo, pues debido a la injerencia de los gestores atípicos de la moral⁵, el legislador parece haber perdido el norte, reemplazando las funciones intrínsecas de la ciencia de los delitos y de las penas por otras tantas que, de una u otra forma, trastocan las bases y pilares sobre los cuales se construye el Derecho penal.

Sin embargo, no se debe olvidar que ni la delincuencia general, ni la población reclusa han disminuido, sino todo lo contrario, lo que pone en duda las consecuencias que se pretenden en cuanto a la represión de delitos y los aspectos premiales, observándose una tremenda paradoja entre una política penal fuertemente criminalizadora y, paralelamente, indulgente.

Ha de observarse la contradicción que existe en torno a una justicia que reivindicándose como tal, empuja a la renuncia del proceso, de modo que la condena no es producto de una práctica judicial, ni siquiera de la aplicación de la legalidad, sino que depende de una pugna de poderes que negocian, pero que por su disposición dan prevalencia al poder del Estado, no como administrador de justicia, sino como el titular de la venganza pública que, en este caso, se ejercerá por medio de un allanamiento y una confesión, inducidos por el sistema de premios para el que se condene y castigos para quien se defienda.

Y es que el análisis de la figura del arrepentido deriva en varias cuestiones a analizar. La primera pregunta que surge es si el arrepentido-colaborador, como técnica especial de investigación, obedece a una respuesta político criminal eficientista que contradice los postulados constitucionales, al tiempo que se encuentra contemplado en el ordenamiento jurídico y legitimado bajo la materia y el discurso de seguridad ciudadana. ¿Cuáles son los límites, uso y justificación en un Estado Constitucional Social de Derecho en el que existe un reconocimiento material y de máxima juridicidad de los derechos fundamentales?⁶

También ha de plantearse si la figura del arrepentido-colaborador, en materia penal, es una herramienta apropiada para investigar de manera eficiente, sin incurrir en injerencias insoportables o intromisiones abusivas en el derecho a la intimidad y a la autodeterminación de la información personal. O si fortalecer el control judicial de

⁴ IGLESIAS DEL RIO, Miguel Angel. *La dudosa legitimación de la figura del delincuente arrepentido-colaborador como medio de investigación criminal*. Enero 2005. www.portaldatadiar.com

⁵ SILVA SÁNCHEZ, Jesús. *La Expansión del Derecho Penal. Aspectos de la política criminal en las sociedades postindustriales* Editorial: B de F. 2011.

⁶ ESCALANTE BARRETO, C. E. *El agente encubierto como instrumento de política Criminal de prevención y represión penal: Negación de los fundamentos del Proceso Penal Constitucional*. Tesis. Universidad de Bogotá, 2010.

las injerencias en los derechos fundamentales es suficiente para superar las tensiones que presenta el arrepentido-colaborador como técnica de investigación penal.

Se debe valorar si el arrepentido-colaborador es un instrumento de política criminal de lucha eficaz contra la criminalidad organizada, percibiéndolo como un dispositivo de vigilancia que no pretende eliminarla, sino controlarla y administrar los “riesgos” que estas actividades delictivas significan para la sociedad contemporánea, al tiempo que cumple una función ideológica o simbólica de seguridad, más que de averiguación de la verdad en el proceso penal.

Unido a lo anterior, se debe examinar si la falta de claridad normativa y conceptual, tanto de la figura como de las conductas en las que se legaliza su uso, han permitido que su aplicación haya permeado a otro tipo de criminalidad diferente para la que fue previsto, generando injerencias excesivas en las libertades y derechos individuales en el ordenamiento jurídico y confusiones con otras figuras de indagación e investigación que no corresponden con los contenidos materiales.

Por el contrario, se caracteriza como un instrumento para neutralizar al “enemigo”, negándole su condición de ciudadano al anular de facto el núcleo esencial de los derechos como indagado en una actuación penal y del propio investigador que actúa como agente encubierto al ser usado como instrumento y medio de lucha eficiente contra la criminalidad organizada.

No obstante las contradicciones entre arrepentido-colaborador con el ordenamiento constitucional, es importante plantear que esta figura ha sido introducida en el marco de una política punitiva internacional. En este sentido, en el Estado, lejos de plantearse un discurso legitimador amplio y absoluto del arrepentido-colaborador, se debe plantear un desarrollo normativo limitador de su utilización en estricta legalidad, que disminuya por completo los riesgos de injerencias arbitrarias e indiscriminadas en las relaciones sociales y que su utilización solo sea posible en estricta necesidad, bajo parámetros de rigurosa legalidad y constitucionalidad en el marco de un proceso penal, en el cual se realice un control material previo y posterior de constitucionalidad.

Las cláusulas premiales deben ser reguladas con una mayor precisión, sin olvidar los principios de justicia y de legalidad que han de estar presentes en cualquier toma de decisiones en política criminal, no teniendo tanto en cuenta los fines probatorios de las investigaciones, sino atendiendo fundamentalmente a la protección de los ciudadanos ante posibles injerencias excesivas.

REFERENCIAS

- [1] BARATTA, Alessandro. Principios del Derecho Penal Mínimo, para una teoría de los Derechos humanos como objeto y límite de la ley penal, en Ricardo C. Núñez (Edit.), *Doctrina penal, teoría y práctica en las ciencias penales*. Revista trimestral, año 10, octubre-diciembre 1987.
- [2] BARATTA, Alessandro. Funciones Instrumentales y Simbólicas del Derecho Penal: una discusión en la perspectiva de la Criminología crítica. *Pena y Estado: [función simbólica de la pena]*, Nº. 1, 1991, págs. 37-55
- [3] BRANDARIZ GARCÍA, José. Seguridad ciudadana, sociedad del riesgo y retos inabordables de la política criminal. *Revista de filosofía del derecho internacional y de la política global*. 2009.

- [4] BRANDARIZ GARCÍA, José. Nuevos riesgos, nuevas ansiedades y expectativas sociales en materia de seguridad ante el delito. Autores: José Angel Brandariz García. Derecho penal de excepción: terrorismo e inmigración / coord. por Patricia Faraldo Cabana, Luz María Puente Aba, Eva María Souto García, 2007.
- [5] CABEZUDO RODRÍGUEZ, N., «Justicia negociada y nueva reforma procesal penal», Diario LA LEY, núm. 5815, de 2 de julio de 2003CANCIO MELA, Manuel. De nuevo: ¿Derecho penal” del enemigo? Publicado en: JAKOBS/CANCIO MELIÁ, Derecho penal del enemigo, segunda edición, editorial Civitas, Madrid, 2006.
- [6] CARNEVALI RODRÍGUEZ, Raúl. Derecho penal como ultima ratio. Hacia una política criminal racional. Universidad de Talca, Chile 2007.
- [7] DEMETRIO CRESPO Eduardo, Del Derecho Penal Liberal al Derecho Penal del Enemigo Autores: Eduardo Demetrio Crespo. Revista de derecho penal y criminología, N° 14, 2004.
- [8] DÍEZ RIPOLLÉS, José L. El Nuevo Modelo Penal de la Seguridad Ciudadana, en Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología. Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología RECPC 06-03, 2004
- [9] DÍEZ RIPOLLÉS, José Luis. De la sociedad del riesgo a la seguridad Ciudadana: un debate desenfocado. Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología. RECPC 07-01, 2005
- [10] ESCALANTE BARRETO, C. E. El agente encubierto como instrumento de política Criminal de prevención y represión penal: Negación de los fundamentos del Proceso Penal Constitucional. Tesis. Universidad de Bogotá. 2010.
- [11] GRACIA MARTÍN, Luis. Consideraciones críticas sobre el actualmente denominado Derecho penal del enemigo.Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología. ARTÍCULOS. ISSN 1695-0194 RECPC 07-02,2005
- [12] IGLESIAS DEL RIO, Miguel Angel. La dudosa legitimación de la figura del delincuente arrepentido-colaborador como medio de investigación criminal. Enero 2005. www.portaldatadiar.com
- [13] IGLESIAS DEL RIO, Miguel Angel. Rearme punitivo en la moderna sociedad de riesgo. Garantismo versus utilitarismo. Los casos paradigmáticos de la lucha frente al terrorismo y la criminalidad organizada. Síntesis de la ponencia defendida con el mismo título el día 28 de septiembre de 2010, en el marco de las “III Jornadas: Militares y civiles en la Cultura de la Defensa y en la Defensa de la Cultura”, sobre “España 2010: Sociedad y Fuerzas Armadas ante las nuevas amenazas y riesgos” (Burgos, 27-29 de septiembre de 2010), organizadas por la Hermandad de Veteranos del Ejército.
- [14] IGLESIAS DEL RIO, Miguel Angel. Comentarios al Código Penal. Ed. Lex Nova. Dir. M. Gómez Tomillo, 2ª ed, Valladolid, 2011
- [15] JAKOBS, Günther. La ciencia del derecho penal ante las exigencias del presente. CEU CONSEJO GENERAL DEL PODER JUDICIAL. Escuela de Verano del Poder Judicial. Galicia, 1999
- [16] LARRAURI, Elena, “Populismo punitivo... y como resistirlo” Larrauri, Elena. (2006). Populismo punitivo... y cómo resistirlo. Jueces para la Democracia, N° 55, Madrid, marzo de 2006.

- [17] LASCANO, Carlos Julio. La insostenible ‘modernización del derecho penal’ basada en la ‘tolerancia cero’ desde la perspectiva de los países “emergentes” Expuesto en abril de 2004 en el 1º Congreso sobre Seguridad Ciudadana, desarrollado en San Fernando del Valle de Catamarca. También fue publicado en el portal jurídico www.carlosparma.com.ar y en *La Ley Actualidad*, del 19 y 21 de Julio del año 2005.
- [18] LÓPEZ BARJA DE QUIROGA, Jacobo, “El papel del Derecho penal en la segunda modernidad”, *Derecho y justicia penal en el siglo XXI : liber amicorum en homenaje al profesor Antonio González-Cuéllar García*, 2006.
- [19] LOSANO, Mario y MUÑOZ CONDE, Francisco. El derecho ante la globalización y el terrorismo «cedant arma togae» *Actas del Coloquio Internacional Humboldt*, Montevideo abril 2003
- [20] MENDOZA BUERGO, Blanca, “El Derecho Penal en la Sociedad del Riesgo”. Civitas, Madrid, 2001.
- [21] MUÑOZ CONDE, Francisco. La generalización del Derecho Penal de excepción: tendencias legislativas y doctrinales: entre la tolerancia cero y el derecho penal del enemigo. Consejo General del Poder Judicial. 2007.
- [22] MUÑOZ CONDE, Francisco. De nuevo sobre el derecho penal del enemigo. *Universitas Vitae. Homenaje a Ruperto Nuñez Barbero*. Universidad de Salamanca. 2007.
- [23] NAVARRO CARDOSO, Fernando, “El Derecho Penal del Riesgo y la Idea de la Seguridad. Una quiebra del Sistema Sancionador. Serta : in memoriam Alexandri Baratta / coord. por Fernando Pérez Álvarez, 2004.
- [24] ORTIZ PRADILLO, Juan Carlos.”El difícil encaje del delator en el proceso penal español” *Diario La Ley*, N° 8560, Sección Doctrina, 12 de Junio de 2015, Ref. D-235, Editorial LA LEY 4064/2015
- [25] PAVARINI, Massimo, Castigar al enemigo. Criminalidad, exclusión e inseguridad, Ed. Flacso, Quito, 2009. pp. 173 y ss.
- [26] SILVA SÁNCHEZ, Jesús, “La Expansión del Derecho Penal. Aspectos de la política criminal en las sociedades postindustriales” Editorial: B de F. 2011
- [27] ROMERO CASABONA, Carlos María, “Aportaciones del principio de precaución al Derecho penal, en, *Modernas tendencias en la Ciencia del Derecho penal y en la Criminología*”, UNED, Madrid, 2001.
- [28] DEL ROSAL BLASCO, Bernardo. ¿Hacia el derecho penal de la postmodernidad? *Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología*. ARTÍCULOS. ISSN 1695-0194. RECPC 11-08 2009
- [29] ZAFFARONI Eugenio Raúl, *El Enemigo en el Derecho Penal*, Departamento de Derecho Penal y Criminología, Facultad de Derecho y Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Abril de 2006.

CARACTERIZACIÓN DEL POTENCIAL SOLAR EN CASTILLA Y LEÓN: ESTIMACIÓN ESPACIAL A TRAVÉS DE MÉTODOS DE INTERPOLACIÓN

CARMEN RODRÍGUEZ AMIGO¹, DAVID GONZÁLEZ PEÑA², MONTSERRAT DIEZ MEDIAVILLA²,
CRISTINA ALONSO TRISTÁN²

¹*Dpto de Matemáticas y Computación. Escuela Politécnica Superior*

²*Dpto. Ingeniería Electromecánica. Escuela Politécnica Superior*

RESUMEN

En este trabajo se calculan los mapas de irradiación solar global horizontal en Castilla y León mediante métodos de interpolación utilizando los datos medidos en las estaciones de la red SIAR (Sistema de Información Agroalimentaria para el Regadío) medidos entre los años 2007-2013 y una serie de estaciones terrestres de diferentes organismos regionales y nacionales en las zonas fronterizas. Como puntos de control se han considerado las cuatro estaciones de la red de AEMET existentes en la región. Se han empleado cuatro métodos de interpolación (IDW, Kriging Ordinario y Universal, Splines y Vecino Natural). Los resultados han sido analizados mediante los estimadores estadísticos habituales.

Palabras clave: Radiación Solar, Métodos Interpolación, Estimación Espacial.

ABSTRACT

In this paper maps of horizontal global solar radiation (GHI) in Castilla y León are calculated through interpolation methods using data measured at stations of the SIAR network (Agricultural Information System for Irrigation) and a series of ground stations of different regional and national bodies in the boundary layer. Data have been recorded between the years 2007-2013. As control points were considered the four stations from the network AEMET existing in the region. Four interpolation methods have been used in the work (IDW, Ordinary and Universal Kriging, Splines and Natural Neighbor). The results were analyzed using the standard statistical estimators.

Keywords: Solar energy, Interpolation Methods, Spatial Estimation.

1. INTRODUCCIÓN

La radiación solar es el recurso energético renovable más importante en nuestro ecosistema. La disponibilidad de medidas de radiación solar en una localización determinada permite generar proyectos energéticos realistas y un control adecuado de su inyección a red. La monitorización del recurso solar es crucial para el asesoramiento energético, diseño de sistemas, planificación energética y gestión de la red eléctrica. Un importante objetivo de las redes de monitorización es la generación de mapas y

la posibilidad de predecir datos de radiación en puntos donde no se tienen medidas a partir de datos conocidos.

La irradiación global horizontal (GHI) es la magnitud más habitualmente medida en las estaciones meteorológicas terrestres. Se han propuesto muchos métodos matemáticos para obtener valores de GHI a través de otros parámetros meteorológicos y/o geográficos, como la temperatura, precipitación, longitud, latitud, altura solar, etc., pero su precisión es muy restringida. Como el número de estaciones terrestres es limitado y los datos disponibles escasos, los métodos matemáticos de interpolación pueden proporcionar resultados adecuados sin necesidad de conocer parámetros meteorológicos adicionales y no siempre disponibles.

La estructura del trabajo es la siguiente: Tras la introducción ya realizada, en el apartado 2 se comentan brevemente las características de los métodos matemáticos de interpolación utilizados. En el tercer bloque se describe la red de estaciones meteorológicas que han formado la base de interpolación así como las estaciones empleadas como puntos de control de las interpolaciones y el procedimiento de trabajo. La bondad de cada método de interpolación se establece a través de los indicadores estadísticos habituales. Los resultados y conclusiones finalizan el trabajo.

2. METODOS DE INTERPOLACIÓN

¿Qué es Interpolación? Muchas son las definiciones aplicables a este concepto, pero cada una de ellas es válida para un determinado campo de la ciencia. Desde un punto de vista matemático, se puede decir que interpolar es obtener nuevos valores partiendo del conocimiento de un conjunto discreto de puntos en un determinado dominio. En el campo de otras ciencias, incluida la ingeniería, la interpolación consiste en obtener una función que se ajuste al comportamiento de un conjunto de valores obtenido por muestreo.

El problema que se quiere resolver en este trabajo radica en calcular el valor de la radiación solar en un lugar en el que no existe medida real. Las matemáticas pueden resolver este problema clásico, de una forma aproximada, buscando una función fácil de construir y de evaluar, que tome valores próximos a los dados en los puntos donde hay datos y permita asignar valores admisibles en los puntos donde no hay datos. Por lo tanto, la resolución aproximada del problema consiste en encontrar, con los datos de que se dispone, una función que coincida o sea próxima a la función objeto del problema. Se dice que la función así construida interpola a la función dada con respecto a los datos.

El trabajo se desarrolla con datos geoespaciales a partir de los cuales se definirán determinadas funciones que tomarán valores en un dominio espacial. Por esto es recomendable considerar la primera ley geográfica de *Tobler (1979)* [1]: “*Todo está relacionado con todo, pero las cosas cercanas están más relacionadas entre sí que las más lejanas*”.

Existen muchos algoritmos matemáticos para interpolar, según se ha comprobado con la revisión bibliográfica realizada. Distintas técnicas de interpolación se presentan y clasifican en trabajos clásicos [2-6] en función del grado de exactitud o de aproximación, utilizándolos para diferentes propósitos.

En este apartado se referencian los métodos de interpolación empleados en el campo de la geo-estadística, es decir aquellos que permiten obtener un resultado fácil-

mente representado por medio de mapas o superficies en los que se puede predecir el valor de la variable en cualquier punto de la región representada.

2.1. Método IDW

La interpolación del punto problema se realiza asignando pesos a los datos de entorno en función inversa de la distancia que los separa (Inverse Distance Weighting, IDW), la expresión general es:

$$\hat{z}_j = \sum_{i=1}^n k_{ij} z_i \quad (1)$$

Donde (\hat{z}_j): es el valor estimado en el nodo j ; n : es el número de puntos usados en la interpolación; k_{ij} es el peso asociado al dato i en el nodo j ; z_i es el valor del punto i -ésimo. Los valores de los pesos k_{ij} están comprendidos entre 0 y 1 y la suma de todos ellos tiene que ser igual a 1. Para establecer una función de proporcionalidad entre el peso y la distancia, la función se puede expresar como:

$$\hat{z}_j = \frac{\sum_i z_i / d_{ij}^\beta}{\sum_i 1 / d_{ij}^\beta} \quad (2)$$

donde: $k_{ij} = \frac{1}{d_{ij}^\beta}$ y β es un exponente de ponderación que controla la forma en

la que el peso disminuye con la distancia. Este método se apoya en el concepto de la continuidad espacial, con valores más parecidos para posiciones próximas que se van diferenciando conforme se incrementa la distancia. Desde el punto de vista metodológico cada valor, que tiene una correspondencia con un punto determinado, influye sobre los demás de forma local y esta influencia disminuye proporcionalmente con la distancia. Se puede decir que la influencia que tiene un punto (del que se conoce el valor de la variable), respecto al interpolado (en el que se quiere conocer la variable) es isotrópica. Este tipo de interpolación se suele emplear cuando el número de valores que se tienen como muestra, es grande. Si la muestra no es densa o son valores muy dispersos los resultados pueden no ser del todo correctos o por lo menos no tienen por qué satisfacer las perspectivas puestas en la solución.

2.2. Kriging

Es un proceso geoestadístico avanzado que construye una función (variograma) a partir de un conjunto de puntos, en general dispersos, con valores determinados (medidos) y que permite analizar el comportamiento espacial de una propiedad o variable sobre una zona dada. Kriging utiliza el variograma para ponderar los pesos asignados a los valores de la función a interpolar en los puntos de medición. Inicialmente fue estudiado por Daniel Krige (Sudáfrica, 1919-2013), aunque fue realmente Georges Matheron (Francia, 1930-2000) quien, basándose en la labor investigadora de Krige aplicada al campo de la geoestadística, formalizó la técnica conocida como Kriging. Fue Gandin [7] quien lo definió como “interpolación óptima” al aplicarlo a datos meteorológicos. Realmente está basado en modelos estadísticos que incluyen la autocorrelación, es decir que el valor z (del fenómeno estudiado) en una determinada zona influye en la probabilidad de que el fenómeno se presente, o no, en las zonas vecinas. La autocorrelación será positiva si existe mayor probabilidad de presencia

en términos similares en las regiones adyacentes, y, negativa, en caso contrario. Los valores de z varían homogéneamente en la superficie. Kriging no sólo genera la superficie de predicción, sino que además proporciona una medida de certeza o precisión de la respuesta. Este método presupone que entre los valores medidos hay una correlación espacial que puede ser utilizada para explicar la variación de la superficie a determinar.

Para poder hacer la predicción Kriging es necesario primero descubrir las reglas de la dependencia para poder después realizar las predicciones. Para ello hay que crear un variograma y las funciones de covarianza para calcular los valores de dependencia estadística, (autocorrelación espacial) que dependen del modelo de autocorrelación (ajustar un modelo). Un variograma es una gráfica que describe la variación, en promedio, de la varianza entre dos muestras a una distancia determinada, identifica y modela la correlación espacial y caracteriza las tendencias, la variabilidad y las anisotropías que puedan tener los datos a cualquier distancia, corta o larga. El modelo seleccionado influye en los resultados, de hecho la superficie de salida será más o menos suave dependiendo de la forma de la curva en el origen. Los elementos que caracterizan cualquier variograma son:

- a) **Varianza:** se calcula como la diferencia entre dos puntos para diferentes distancias, también llamadas “Lag”. Se puede decir que es el promedio del grado de diferencia entre pares de puntos.
- b) **Alcance:** también se llama “Range”; es el punto sobre el eje “ x ” en el que la varianza se hace plana. Es la distancia a la cual el variograma se estabiliza a distancias a las cuales los valores dejan de estar correlacionados.
- c) **Meseta:** o “sill”, es la máxima diferencia, es decir mide la varianza total del sistema. Se mide en el eje y . Es el punto en el que la covarianza se vuelve plana horizontalmente y el valor constante que toma el variograma en distancias mayores al rango.
- d) **Efecto pepita:** es la discontinuidad en el origen, también se llama “nugget effect”. Indica el grado de disimilaridad en la distancia cero. Generalmente aparece debido a errores en las medias y también puede representar heterogeneidad a pequeña escala.

Una vez vistos la dependencia o autocorrelación y se haya finalizado el primer uso de los datos, se puede hacer la predicción. El proceso es similar al IDW: se forman las ponderaciones, que en este caso son un poco más sofisticadas, ya que provienen de un semivariograma que se ha desarrollado en función de la naturaleza de los datos. Se realizan predicciones para cada ubicación o celda en las que se divide el área en estudio, basadas en el semivariograma y la disposición espacial de los valores medidos que sean más cercanos. Estas predicciones sirven para crear la superficie continua del fenómeno que se desea estudiar, en este caso, radiación global horizontal. Dado un punto en el que se quiere conocer el valor de una variable, el planteamiento es considerar $z(u)$, como una combinación lineal de los puntos en los que se conoce el valor de la variable, $z(u_a)$. Falta escoger los pesos bajo un criterio en el que se considera que dicha estimación es óptima. La expresión general se puede escribir:

$$z^*(u) = \sum_{\alpha=1}^N \lambda_{\alpha}(u)z(u_{\alpha}) \quad (3)$$

Donde $z^*(u)$ es la estimación que se busca para el punto $z(u)$ y $z(u_{\alpha})$ los puntos conocidos (medidas). El criterio para establecer los valores de los pesos, λ_{α} , tiene que ser tal que la estimación sea óptima, lo que implica que el estimador es *insesgado*. Eso se verifica minimizando la función:

$$\text{var}[z(u) - z^*(u)] \quad (4)$$

Existen diferentes versiones del método Kriging. Las más frecuentes son el simple (SK), el ordinario (OK) y el universal (UK).

- a) SK: las medias locales son relativamente constantes y de valor semejante a la media de la población conocida. La media de la población se usa para cada estimación local, en conjunto con los puntos más próximos que se han establecido como necesarios para hacer la suposición de partida.
- b) OK: las medidas locales no tienen por qué ser próximas a la media de la población. Sólo se emplean los vecinos para hacer la estimación. En general es la más utilizada en problemas ambientales.
- c) UK: la media local no es conocida y varía suavemente en cada vecindad local. La componente de tendencia se modela como una combinación lineal de funciones específicas de las coordenadas de los puntos. No es más que una extensión de los dos modelos anteriores, pero en este caso 2 o más variables se presentan con la dependencia espacial.

2.1.1. Kriging Ordinario:

En este caso la expresión matemática que permite obtener el valor en el punto estimado es:

$$z_{KS}^*(u_0) - m = \sum_{\alpha=1}^n \lambda_{\alpha} [z(u_{\alpha}) - m] \quad (5)$$

La media, m , es desconocida. Se realiza una reestimación local a partir de los datos que intervienen en cada estimación. La expresión de este tipo de interpolación es la siguiente:

$$z_{KO}^*(u_0) = \sum_{\alpha=1}^n \lambda_{\alpha} z(u_{\alpha}) \quad (6)$$

como la suma de todos los pesos tienen que ser igual a 1 para que el estimador sea *Inssegado*, y además debe cumplir la condición de que el error sea mínimo, el sistema de Kriging ordinario se puede expresar como:

$$\begin{cases} \sum_{\beta=1}^n \lambda_{\beta} C(u_{\alpha} - u_{\beta}) + \mu = C(u_{\alpha} - u_0) & \alpha = 1, \dots, n \\ \sum_{\beta=1}^n \lambda_{\beta} = 1 \end{cases} \quad (7)$$

donde, μ es el parámetro de Lagrange introducido en la minimización del error sujeto a la condición de que la suma de todos los pesos sea 1. La expresión de la varianza de los errores se puede escribir:

$$\sigma_{KO}^2(u_0) = \sigma^2 - \sum_{\alpha=1}^n \lambda_{\alpha} C(u_{\alpha} - u_0) - \mu \quad (8)$$

2.1.2. Kriging Universal:

Se le conoce también como Kriging con modelo de tendencia. Considera que la variación espacial de la media local viene dada por un polinomio de grado bajo en función de las coordenadas, pero los parámetros son desconocidos. La expresión general es la siguiente:

$$m(u) = \sum_{l=0}^L a_l f_l(u) \quad (9)$$

donde $m(u)$ es la media en el punto de coordenadas u , a_l con $l=0, \dots, L$ son coeficientes desconocidos, $y f_l(u)$ son monomios de orden bajo función de las coordenadas. Un ejemplo de modelo lineal en dos dimensiones tendría la siguiente expresión:

$$m(u) = a_0 + a_1 x + a_2 y \quad (10)$$

y uno cuadrático sería:

$$m(u) = a_0 + a_1 x + a_2 y + a_3 x^2 + a_4 y^2 + a_5 xy \quad (11)$$

El estimador Kriging universal tiene la expresión siguiente:

$$z_{KU}^*(u_0) = \sum_{\alpha=1}^n \lambda_{\alpha} z(u_{\alpha}) \quad (12)$$

La condición de “no sesgo” se obtiene en las L restricciones que deben satisfacer los pesos, λ_{α} , que unidas a la minimización del error da el sistema siguiente:

$$\begin{cases} \sum_{\beta=1}^n \lambda_{\beta} C(u_{\alpha} - u_{\beta}) + \sum_{l=0}^L \mu_l f_l(u_{\alpha}) = c(u_{\alpha} - u_0), & \alpha = 1, \dots, n \\ \sum_{\beta=1}^n \lambda_{\beta} f_l(u_{\beta}) = f_l(u_0), & l = 0, \dots, L \end{cases} \quad (13)$$

la restricción para $l=0$ es la restricción del Kriging ordinario, que corresponde a un modelo $m(x,y)=a_0$. En este caso, la varianza de los errores por Kriging universal se puede expresar de la siguiente forma:

$$\sigma_{KU}^2(u_0) = \sigma^2 - \sum_{\alpha=1}^n \lambda_{\alpha} C(u_{\alpha} - u_0) - \sum_{l=0}^L \mu_l f_l(u_{\alpha}), \quad \alpha = 1, \dots, n \quad (14)$$

2.3. Splines

El origen de splin se remonta a la época en que los delineantes usaban una lámina flexible de madera o plástico (“*curvígrafo*”) para hacer pasar una curva por un conjunto de puntos. Este ingenio permite trazar curvas suaves por un conjunto de puntos. La curva se puede expresar por medio de una función matemática, generalmente un polinomio. El problema se presenta en establecer el grado del polinomio que representa la variación de los puntos de forma suave y estable. Si se utilizan polinomios de grado elevado estas funciones no responden al fenómeno de forma aproximada ya que existe gran número de extremos e inflexiones y su cálculo es muy complicado. La única forma posible de validar sería utilizando herramientas de cálculo numérico.

La aplicación generalizada ha demostrado que, si se divide el espacio de trabajo en intervalos pequeños, se pueden utilizar polinomios de menor grado para la interpolación. De esa forma la función a trozos definida en cada intervalo se adapta

mejor al fenómeno estudiado. En resumen, lo que se hace es utilizar polinomios, cada uno en un intervalo, y unirlos para definir la función de interpolación, en lugar de considerar un único polinomio en todo el intervalo. De esta forma la función spline está formada por varios polinomios, cada uno definido en un intervalo, que se unen bajo condiciones de continuidad. Desde el punto de vista matemático se puede definir como una curva diferenciable definida a trozos por medio de polinomios, generalmente son de pequeño grado, porque de esa forma se evitan las oscilaciones que se pueden generar en el tratamiento de los datos con polinomios de elevado grado. La práctica ha demostrado que los splines de tercer grado son los adecuados.

2.4. Vecino Natural

Este método busca el subconjunto de muestras de entrada más cercano al punto de consulta y hacer la ponderación basándose en áreas proporcionales para encontrar el valor interpolado. A esta forma de trabajar se le conoce como *interpolación de Sibson* o de “*robo de área*” [8]. Este procedimiento no tiene interferencias ni picos, depresiones, crestas o valles que no se muestren con los datos de entrada. La superficie generada pasa por todos los puntos de entrada y es suave en todas las zonas, excepto en los puntos de los valores de entrada. Los vecinos naturales de un punto son los que están asociados con polígonos de Thiessen adyacentes. Lo primero que hace es construir un diagrama de Voronoi de todos los puntos dados. A continuación se forman los nuevos polígonos alrededor del punto de interpolación y la proporción de superposición entre ambos polígonos es la ponderación.

3. DATOS DISPONIBLES Y PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

El primer paso para la realización del trabajo consiste en la localización de una red de estaciones meteorológicas terrestres adecuadamente distribuidas por todo el territorio en estudio y de calidad contrastada para constituir la base de interpolación necesaria. En España, la red SIAR (Sistema de Información Agroalimentaria para el Regadío), está formada por estaciones meteorológicas pertenecientes al Ministerio de Agricultura algunas de las estaciones y otras a las Comunidades Autónomas, dependiendo de las Consejerías de Agricultura correspondientes. En Castilla y León existen un total de 59 estaciones que registran valores de radiación global sobre superficie horizontal, temperatura, pluviometría, humedad, velocidad y dirección del viento. Para la asignación del lugar en el que se instala la estación de medida se ha tenido en cuenta las directrices de la Organización Meteorológica Mundial y de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

El problema a la hora de implementar los diferentes tipos de interpolación es la zona frontera de la región. Si se trabaja únicamente con las estaciones del SIAR de Castilla y León, las fronteras no tienen valores de radiación, por lo que la respuesta del método es brusca e irreal. Para resolver esto, se ha buscado un conjunto de estaciones de las zonas próximas, Galicia, Asturias, Cantabria, Euskadi, LA Rioja, Castilla la Mancha, Madrid, Extremadura y Portugal. Algunas de estas estaciones pertenecen a la red SIAR y otras a diferentes organismos meteorológicos autonómicos.

Por último, es preciso un conjunto de estaciones terrestres que llamaremos “de control”, donde se comprobarán los resultados obtenidos con cada uno de los métodos de interpolación aplicados. Para esta labor, se han seleccionado las estaciones pertenecientes a la red AEMET existentes en la región donde se registran datos de irradiancia

global sobre plano horizontal, que son un total de 4. En la Figura 1 se muestran todas las estaciones meteorológicas incluidas en el trabajo.

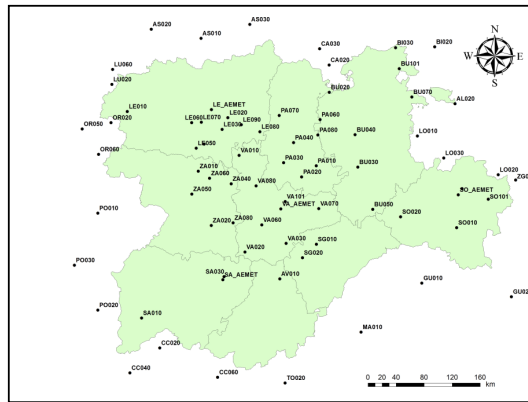


Figura 1. Mapa de Castilla y León donde se indican las estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio. Las estaciones se reconocen por las 2 primeras letras de la provincia a la que pertenecen y un número de 3 cifras.

Para la validación de los datos se ha seguido el proceso de la norma UNE 500540-2004 de Redes de estaciones meteorológicas automáticas y los criterios establecidos por la OMM. Se ha procedido a rechazar las estaciones que no cumplieran con la condición de disponer, como mínimo de cinco años de datos válidos, entendido como año válido aquel que tenga registrados al menos 335 valores válidos (que verifiquen los criterios de calidad previamente establecidos por la norma) de irradiación global horizontal diaria. Este cribado ha establecido una base de interpolación formada por 44 estaciones de la red SIAR dentro de la región de Castilla y León y 23 de la zona limítrofe. Los años seleccionados para el estudio son 2007-2013.

Se ha realizado un procedimiento de validación cruzada de los resultados mediante cinco controles que incluyen cinco estaciones de la red SIAR (eliminadas de la base de interpolación), un sexto control formado por las cuatro estaciones de la AEMET en la región. Por último y para analizar el posible sesgo de los datos de la base de interpolación a lo largo de los años en estudio se ha realizado un análisis de la varianza de un factor (ANOVA) siendo la variable la irradiación global horizontal media anual y el factor los años. Se dispone para este estudio de 294 observaciones y 7 niveles (años). Ese procedimiento ejecuta un análisis de varianza de un factor para la GHI media diaria anual. La bondad de los métodos de interpolación se ha determinado en función de los parámetros de error habituales: RMSE (*Root Mean Squared Error*), MBE (*Mean Bias Error*), MAE (*Mean Absolute Error*), MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), definidos de la siguiente forma:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(v_r - v_i)^2}{N}} \quad RMSE \% = \frac{RMSE \times 100}{Promedio(v_r)}$$

$$MBE = \frac{1}{N} \sum (v_r - v_i) \quad MBE \% = \frac{MBE \times 100}{Promedio(v_r)}$$

$$MAE = \frac{1}{N} \sum |v_r - v_i| \quad MAE \% = \frac{MAE \times 100}{Promedio(v_r)}$$

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{v_r - v_i}{v_r} \right| \times 100$$

Donde v_r es el valor real u observado y v_i es el valor interpolado o calculado

4. RESULTADOS

En la Tabla 1 se recogen los valores de irradiación global horizontal máxima ($GHI_M/MJ m^{-2}$) y mínima ($GHI_m/MJ m^{-2}$)

Tabla 1. Valores máximos (RGM) y mínimos (RGm) de Irradiación global horizontal diaria (MJ/m^2). Se indica la fecha y la estación en la que se ha recogido el valor.

	$GHI_M/MJ m^{-2}$		$(GHI_m/MJ m^{-2})$	
	Máx.	Min.	Máx.	Mín.
Valor	37.73	29.17	1.14	0.059
Estación	ZA040	VA050	SO101	PA080
Día	15/5/13	21/6/09	16/1/12	18/10/12

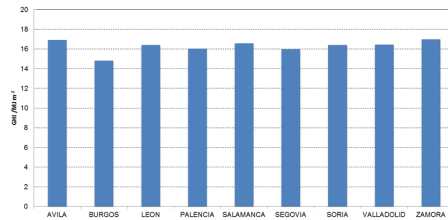


Figura 2: Valores de irradiación global horizontal ($GHI/MJ m^{-2}$) anual media por provincia

Analizando los valores de la Tabla 1, se puede observar que la estación ZA040, presenta el valor más alto $37.73 MJ/m^2$ y el valor más pequeño (dentro de los máximos) de irradiación diaria recogido en Valladolid (VA050) con $29.17 MJ/m^2$. Esta diferencia entre ellos (22.6%) se puede deber a la variedad de las características geográficas y climatológicas de la región. Respecto a los valores mínimos de irradiación diaria global horizontal, la estación SO101 tiene el más alto y la PA080 el más bajo.

Se han analizado los valores medios por provincias para ver la distribución de irradiación media anual diaria en la zona. Se calculan los valores medios anuales, (en cada estación considerando el total de datos válidos existentes), y luego se realiza la media de todas las estaciones de cada provincia. De esta forma se comprobará la distribución por provincias de la irradiación global media anual diaria en la región. La Figura 2 recoge la distribución de estos valores. Se observa que Zamora y Ávila son las que más irradiación media anual diaria reciben, (con muy poca diferencia entre ellas: 17.08 y $17.05 MJ/m^2$) y Burgos la que menos, ($14.92 MJ/m^2$). La Figura 2 recoge la distribución de estos valores. La diferencia entre los valores mayor y menor, (Zamora y Burgos), no es muy grande, (12.7 %), pero si es significativa cuando se traduce a producción energética. Para una instalación tipo de $100 kW_p$, la producción anual en ambas provincias presenta una diferencia aproximadamente de $18700 kWh$.

A partir de los datos disponibles se han calculado, con los métodos de interpolación seleccionados (IDW, Vecino Natural, Kriging y Splines), los mapas de irradiación solar global horizontal en Castilla y León. Se ha empleado el software ArcGIS 10 como herramienta de trabajo, la base de interpolación formada por las 44 estaciones de la red SIAR en la región y 23 fronteras y las 4 estaciones de AEMET junto con algunas de las estaciones de la red SIAR dando lugar a los seis procedimientos de control descritos en el apartado anterior. Para establecer el número mínimo de estaciones meteorológicas que forman parte de cada sistema de control, se aplica el criterio de utilizar 5 estaciones mínimas por control (aproximadamente el 10% de las estaciones disponibles) excepto en el control C6, donde solo se usan las cuatro estaciones AEMET. En cada caso se ha realizado una comparación entre los valores obtenidos por interpolación con los valores reales, calculando los parámetros estadísticos RMSE, MBE, MAE y MAPE en cada control.

ArcGis establece 12 puntos como número de puntos base de la interpolación es decir, para asignar un valor a un punto de la región, utiliza los valores de los 12 puntos más cercanos a él en los que hay datos. Se ha realizado además el cálculo con 35 puntos, número que se aproximan a la mitad de los disponibles en la interpolación. Se ha aplicado directamente el método IDW con la única variación del número de puntos de interpolación (12 y 35). El método Vecino Natural es el modelo de interpolación más simple utilizado y no permite introducir ningún parámetro salvo los datos de radiación. Trabaja siempre con 12 puntos como número de puntos base de interpolación. El método Kriging permite trabajar con diferente número de puntos de entrada en la celda (12 y 35) y ofrece distintas posibilidades de las que se han seleccionado Kriging Ordinario (KO) y Universal (KU) y de entre los semivariogramas disponibles se ha empleado el esférico(Es), circular(C), gaussiano(G), exponencial (Ex) y lineal (L) en el KO y el lineal (L) y cuadrático (Cu) para el KU. El cuarto método de interpolación empleado ha sido la interpolación por Splines con la variación del número de puntos por celda (12 y 15), Splin regularizado (Reg) y de tensión(T). Se permite la modificación del parámetro peso adoptándose los valores 0.1, 0.01 y 0.001 para el regularizado y para el de tensión 1, 5 y 10.

La Figura 3 recoge la distribución de los 5 controles realizados con las estaciones de la red SIAR y el control C6 con las estaciones de la AEMET. Los resultados de la aplicación de los métodos de interpolación con mejor y peor resultado han calculado en cada control se muestran en la tabla 2:

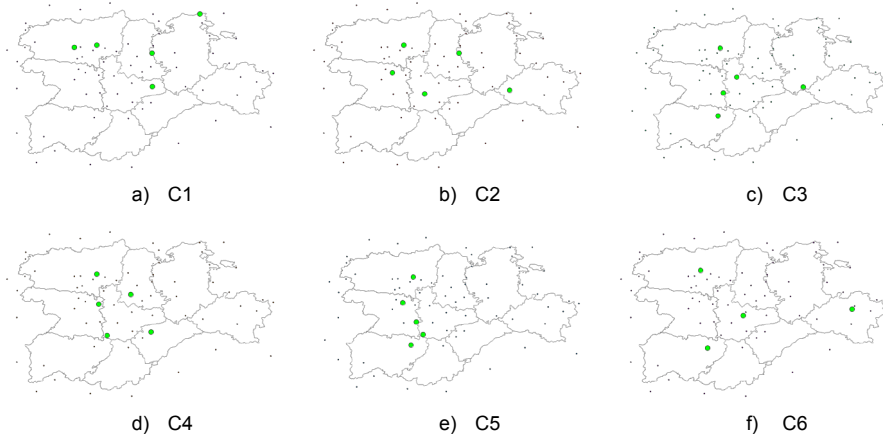


Figura 3. Distribución de las estaciones meteorológicas utilizadas en cada uno de los controles C1,..C6.

Tabla 2. Resumen de los modelos de interpolación con menores RMSE y MAE

	C1		C2		C3		C4		C5		C6	
	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min
Modelo RMSE (%)	KOL35	KOG35	KOL35	KOG35	KUC35	KOG35	KUL12	KOG35	KUC35	KOG35	KUC35	KOG35
Modelo MAE (%)	KOEs35	KOG35	KOC12	KOG35	KUC35	KOG35	KUL12	KOG35	SR _(0,001) 12	KOG35	KUC35	KOG35
	2.11	18.48	1.88	14.85	1.25	19.09	1.95	5.68	1.36	17.65	1.43	5.70
	1.76	9.71	1.02	8.89	1.05	13.77	1.29	4.18	1.04	11.69	1.25	4.57

Se considera como control definitivo el C6. Lo resultados completos se muestran en la tabla 3. Siguiendo el criterio de *Willmott* [9], consideramos, de entre los cuatro indicadores estadísticos calculados, el MAE como el más representativo para la determinación del error. El método KUC35 muestra simultáneamente los menores valores de RMSE y MAE y se representa en la figura 4. Se puede afirmar que el método de interpolación que mejor se adapta para la zona en estudio es el Kriging Universal Cuadrático con 35 puntos.

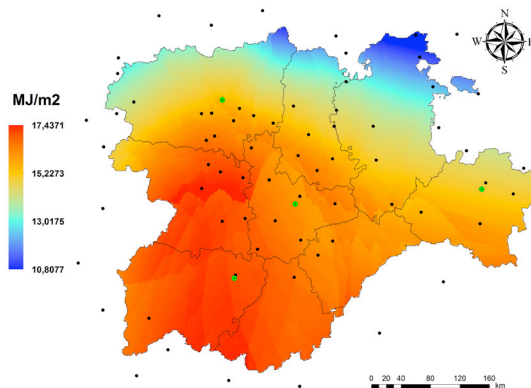


Figura 4. Mapa de irradiación Global Media Diaria Anual (GHI /MJ m-2) calculado con el modelo KUC35 en el control C6.

Tabla 3. Resultados estadísticos (RMSE, MBE, MAE, MAPE, %) obtenidos con los diferentes métodos de interpolación utilizando la base de control C6 para el cálculo de la irradiación Global Media en Castilla y León.

CONTROL 6							
			RMSE	MBE	MAE	MAPE	
KRIGING 12 PUNTOS	ORDINARIO	Esférico	2.65	-0.59	2.46	2.45	
		Circular	2.65	-0.58	2.45	2.44	
		Exponencial	2.62	-0.58	2.43	2.42	
		Gaussiano	3.86	-2.20	3.19	3.21	
		Lineal	2.64	-0.58	2.45	2.44	
	UNIVERSAL	Lineal	3.36	1.69	2.64	2.65	
		Cuadrático	2.38	0.92	2.13	2.14	
KRIGING 35 PUNTOS	ORDINARIO	Esférico	2.62	-0.58	2.43	2.42	
		Circular	2.69	-0.65	2.51	2.50	
		Exponencial	2.62	-0.53	2.49	2.43	
		Gaussiano	5.70	-2.74	4.57	4.62	
		Lineal	2.60	-0.20	2.34	2.33	
	UNIVERSAL	Lineal	5.10	3.19	3.67	3.70	
		Cuadrático	1.43	-0.08	1.26	1.25	
SPLIN 12 PUNTOS	REGULARIZADO	PESO	0.1	3.31	-1.40	2.98	2.96
			0.01	3.19	-1.22	2.94	2.95
			0.001	3.08	-1.09	2.87	2.87
	TENSIÓN	PESO	1	3.00	-1.01	2.80	2.80
			5	3.01	-0.98	2.82	2.82
			10	3.01	-0.96	2.83	2.83
SPLIN 35 PUNTOS	REGULARIZADO	PESO	0.1	3.41	-1.35	3.12	3.13
			0.01	3.34	-1.23	3.11	3.11
			0.001	3.21	-1.11	3.01	3.01
	TENSIÓN	PESO	1	3.07	-1.02	2.89	2.90
			5	3.07	-0.10	2.89	2.90
			10	3.07	-0.98	2.90	2.90
IDW	12 PUNTOS	2.38	-1.26	2.02	2.01		
	35 PUNTOS	2.23	-1.06	1.69	1.68		
VECINO PROXIMO	12 PUNTOS	2.69	-0.08	2.42	2.40		

5. CONCLUSIONES

El objetivo fundamental del trabajo consiste en la estimación del recurso solar sobre superficie horizontal en Castilla y León partiendo de una red de estaciones meteorológicas terrestres y de métodos matemáticos de interpolación. Se ha seleccionado para tal fin la red de estaciones de SIAR que dispone, entre otros, de datos de irradiación solar global horizontal y que verifica dos condiciones fundamentales: elevada calidad de los valores registrados y suficiente número de estaciones en la zona de estudio (Castilla y León), para aplicar métodos matemáticos de interpolación con resultados significativos.

Se ha realizado un primer análisis de los datos disponibles en un periodo de siete años que permite garantizar la calidad de los registros y determinar las caracte-

rísticas en cuanto a irradiación de la zona estudiada. Para evitar la distorsión de los resultados por el hecho de no disponer de datos en la zona fronteriza, se han añadido, a la base de interpolación, un conjunto de estaciones en zonas limítrofes, de la misma red, SIAR, o de servicios meteorológicos de comunidades autónomas. Los datos han sido filtrados según los criterios de calidad de AEMET y OMM.

La herramienta que ha permitido la obtención de los mapas de irradiación solar global horizontal en Castilla y León ha sido la plataforma ArcGis (sistema de análisis de la información geográfica). Se han seleccionado cuatro métodos matemáticos de interpolación con diferentes variantes cada uno de ellos dando un resultado de 29 sistemas de interpolación aplicados. Se ha establecido un procedimiento de validación de los resultados utilizando cinco sistemas de control para los que se han empleado estaciones de la red SIAR y un sexto control, considerado el concluyente, mediante las estaciones de AEMET existentes en la región. Como indicadores de bondad para los métodos de interpolación se han utilizado los parámetros estadísticos habituales RMSE, MBE, MAE, MAPE (%). El método de interpolación que mejor se ajusta a la zona de estudio es el Kriging Universal, resultado coherente con las características geográficas de Castilla y León que suponen un importante gradiente en la dirección del Duero.

REFERENCIAS

- [1] Tobler, W.R., *Smooth pycnophylactic interpolation for geographical regions*. Journal of the American Statistical Association, 1979. 74(367): p. 519-530.
- [2] Franke, R., *Scattered data interpolation: Tests of some methods*. Mathematics of computation, 1982. 38(157): p. 181-200.
- [3] Lam, N.S.-N., *Spatial interpolation methods: a review*. The American Cartographer, 1983. 10(2): p. 129-150.
- [4] Nalder, I.A. and R.W. Wein, *Spatial interpolation of climatic Normals: Test of a new method in the Canadian boreal forest*. Agricultural and Forest Meteorology, 1998. 92(4): p. 211-225.
- [5] Apaydin, H., F. Kemal Sonmez, and Y.E. Yildirim, *Spatial interpolation techniques for climate data in the GAP region in Turkey*. Climate Research, 2004. 28(1): p. 31-40.
- [6] Wu, W., et al., *Spatial estimation of monthly mean daily sunshine hours and solar radiation across mainland China*. Renewable Energy, 2013. 57: p. 546-553.
- [7] Gandin, L.S. and R. Hardin, *Objective analysis of meteorological fields*. Vol. 242. 1965: Israel program for scientific translations Jerusalem.
- [8] Sibson, R., *A brief description of natural neighbour interpolation*. Interpreting multivariate data, 1981. 21: p. 21-36.
- [9] Willmott, C.J. and K. Matsuura, *Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance*. Climate research, 2005. 30(1): p. 79.

ANÁLISIS DE LA IMPLANTACIÓN DE LA EDUCACIÓN FÍSICA BILINGÜE EN CASTILLA Y LEÓN

ALEJANDRA HERNANDO GARIJO¹, DAVID HORTIGÜELA ALCALÁ², ÁNGEL PÉREZ PUEYO³

¹*Facultad de Educación. Universidad de Burgos.*

²*Facultad de Educación. Universidad de Burgos.*

³*Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de León.*

RESUMEN

En los últimos diez años se ha experimentado un incremento exponencial de los centros educativos que han incorporado secciones bilingües en su estructura. La Educación Física (EF), ha sido una de las materias seleccionadas para impartirse en inglés, demandando a este profesorado la acreditación lingüística en el idioma para desarrollar su docencia. El presente estudio tiene tres objetivos fundamentales: 1- Analizar la percepción de los coordinadores de los programas bilingües de los centros de Castilla y León (CyL) acerca de su funcionamiento, estructura y posibilidades formativas; 2- Analizar la percepción de los docentes de EF que imparten la materia en inglés en relación a los aspectos metodológicos y evaluativos utilizados; 3- Estudiar en profundidad la manera en la que se planifican, se organizan y se regulan los contenidos en los grupos bilingües a lo largo de un curso escolar.

Han participado la totalidad de centros públicos de secundaria de CyL en los que la EF es una de las materias que se imparten en inglés, es decir, 26 centros educativos. La metodología del estudio es mixta, ya que se utiliza tanto análisis cuantitativo (descriptivo e inferencial) como cualitativo (estudio de caso). Los instrumentos de recogida de datos en la parte cuantitativa han sido dos cuestionarios, uno para coordinadores del programa bilingüe y otro para profesores de EF. Dichos cuestionarios han sido validados por un grupo de expertos además de contrastarse su fiabilidad. En la parte cualitativa de la investigación se ha empleado un estudio de caso único en el que se han registrado dos sesiones semanales de los cursos de 1º y 4º ESO bilingües y de 1º y 4º ESO no bilingües, analizando las diferencias existentes en relación a la metodología aplicada. En este caso los instrumentos de recogida de datos utilizados han sido entrevista inicial al docente, diarios de registro de las clases y grupos discusión con el alumnado al finalizar el proceso.

Como principales resultados se encuentra que el nivel de implantación del bilingüismo en CyL difiere entre unos centros y otros, fundamentalmente en términos de continuidad entre etapas, seguimiento y evaluación del programa e implicación a alumnos y familias en el mismo. Se comprueba que la antigüedad del centro como sección bilingüe no constituye un factor que asegure una mejor implantación. Sin embargo, el grado de coordinación entre los miembros integrantes del equipo bilingüe se presenta como un factor condicionante que otorga mejor nivel de funcionamiento del programa bilingüe en el centro.

En líneas generales, los profesores de EF en inglés tienen una percepción positiva sobre las posibilidades que la materia puede ofrecer en el aprendizaje del inglés. Destacan que el carácter vivencial de la materia favorece la actitud de los alumnos hacia el aprendizaje y posibilita un uso funcional, significativo y contextualizado del idioma. Por otro lado, se halla una disparidad de criterios en cuanto a los porcentajes de L1 y L2 (español e inglés) incorporados en las clases de EF bilingüe. Aunque se comprueba que la mayor cantidad de inglés no implica la utilización proporcionada de las cuatro destrezas fundamentales en el desarrollo de la materia.

Se concluye que las destrezas de comprensión y expresión oral en inglés son las más utilizadas en EF, siendo las de comprensión y expresión escrita escasamente empleadas. También, que el inglés no es un factor que implica un menor aprendizaje de contenidos curriculares específicos de la materia, aunque sí un factor que incrementa la percepción de dificultad de los alumnos para el desarrollo y superación de la misma.

Se requiere seguir investigando sobre todo aquello que permita delimitar los aspectos metodológicos que hagan de la EF una materia con potencial para ser impartida en inglés.

Palabras clave: educación física, bilingüismo, metodología CLIL, métodos mixtos, grupo de discusión.

ABSTRACT

In last ten years there has been an exponential increase of bilingualism in schools. Physical education (PE) has been one of the selected subjects to be taught in English. This study has three objectives: 1- Analyzing the perception of bilingual coordinators about the program, structure and training possibilities; 2- Analyzing the perception of the PE teachers about the methodological and evaluative aspects used; 3- Studying in depth the way in which they plan and organize contents in bilingual groups throughout a school year.

The study is carried out with all public secondary schools in Castilla y León where PE was one of the subjects taught in English, i.e. 26 schools are participating in the study. This study uses a mixed methodology beginning with quantitative analyses and followed with qualitative analyses. The quantitative part discusses the perception of bilingual coordinators and PE teachers about the implementation of bilingualism in school and methodology applied. In the qualitative phase a case study is conducted in one of the selected schools. The instruments for collecting data on the quantitative part have been two questionnaires validated by a group of experts, with proven reliability. One of them is directed to bilingual coordinators and the other one to PE teachers. Descriptive data (frequencies and percentages) as well as inferential data were obtained. On the qualitative part a unique case study was made involving a follow-up of PE lessons during a school year. Four groups were analysed (1° ESO bilingual, 1° ESO not bilingual, 4° ESO bilingual and 4° ESO not bilingual).

The instruments used in the qualitative phase have been: initial interview with the teacher, daily records and discussion groups.

Evidences show that the implementation of bilingualism in Castilla y León differs among centres, basically in terms of continuity between stages, monitoring and evaluation of the programme and involvement to students and families. It is showed that schools antiquity as a bilingual section is not a factor that will ensure better

implementation. However, coordination among members of bilingual teams is presented as a determinant factor that gives best performance level of bilingual programmes in schools.

Generally, teachers have a positive perception about possibilities of PE in English learning. They highlight the experiential character of the subject which promotes positive attitude towards learning among students. Moreover, it enables a functional, meaningful and contextualized use of language.

It is concluded that comprehension and oral expression skills are more used than comprehension and written expression in PE. In addition, English is not a factor which implies lower subject learning, but it is a factor that increases difficulty perceived by students for developing and overcoming it.

Further research is required on everything that allows defining the methodological aspects that make PE a subject with potential to be taught in English.

Keywords: physical education, bilingualism, CLIL, mixed methodology, discussion group.

1. INTRODUCCIÓN

La inclusión de una educación bilingüe en los centros es una realidad presente en España y su implantación ha sido motivo de amplio debate [1]. Sin embargo, se destacan sus aportaciones beneficiosas en el proceso de aprendizaje del alumnado, así como las posibilidades como medio para su formación integral [2] [3] [4]. El Consejo de Europa se presenta como la entidad oficial desde la que se ha originado y, posteriormente, desarrollado e impulsado el reconocimiento de la diversidad lingüística y el aprendizaje de las lenguas extranjeras en el ámbito escolar. Esta institución considera que la diversidad lingüística debe constituir un patrimonio que forme parte esencial de la identidad de la Unión Europea.

La integración de la educación bilingüe en España constituye todavía una experiencia relativamente reciente en comparación con algunos países de la Unión Europea [1]. No obstante, durante los últimos años, se ha producido un gran incremento en la adopción del bilingüismo como modelo educativo en los centros de las distintas Comunidades Autónomas (CCAA), siguiendo la misma tendencia la Comunidad de CyL. Una de las materias más frecuentemente designada para ser incluida dentro del programa bilingüe en CyL es la EF, siendo considerada como un medio ideal para el aprendizaje del inglés dadas sus especiales características. A este respecto, [5] señala que la experimentación que proporciona la EF a través del movimiento, la mímica y las expresiones concretas, prácticas y lúdicas, hacen que el aprendizaje del idioma extranjero sea mucho más fluido. Asimismo, la actividad física puede contribuir decisivamente al desarrollo de la capacidad bilingüe de los alumnos ya que se lleva a cabo en un contexto privilegiado en el que convive el desarrollo “psico-socio-motriz-afectivo”.

La educación bilingüe en los centros constituye un campo de estudio atractivo y de innegable actualidad que ha generado abundante literatura científica a nivel nacional e internacional [1] [2] [6] [7]. Sin embargo, podría considerarse que no ocurre lo mismo ni en la comunidad de CyL ni en referencia a la materia de EF; y mucho menos en relación a los aspectos metodológicos empleados para su enseñanza. De este hecho se desprenden las escasas propuestas concretas en relación a la enseñanza integrada de la lengua inglesa en la materia de EF, las nulas aportaciones de la admi-

nistración en relación a cómo llevarlo a cabo, y las dificultades que parecen tener los docentes de esta materia para desarrollar propuestas de aprendizaje integrado [8] [9]. Por estas razones, esta investigación pretende desvelar de qué manera los centros de Secundaria de CyL han afrontado la difícil tarea de implantar un proyecto educativo de integración de contenidos y lengua extranjera novedoso sin propuestas metodológicas ni didácticas claras vinculadas a una materia tan particular como es la EF. Además, se pretende conocer los diferentes enfoques adoptados en esta Comunidad analizando en profundidad aquellos que respondan a procesos de organización vertical coherentes con el sistema educativo y con las propuestas generales de integración de los contenidos en lengua extranjera.

2. ASPECTOS ESTUDIADOS EN EL MARCO TEÓRICO

En el marco teórico del presente estudio se abordan una gran cantidad de aspectos relacionados con la implantación del bilingüismo en los centros educativos y su tratamiento desde la materia de EF. En primer lugar, se comentan cuáles son los fines de la educación bilingüe, qué objetivos se persiguen con su implantación y de qué manera aprende el estudiante en función del enfoque utilizado. Posteriormente se aborda un apartado relacionado con la manera en la que el alumno puede implicarse en el aprendizaje en función de la metodología utilizada y de las estrategias evaluativas asentadas en la literatura nacional e internacional.

Desde una perspectiva internacional se analiza desde cuándo se implantan modelos bilingües en otros países del continente, cuáles son las principales características que lo regulan y bajo qué enfoques se articulan las experiencias de éxito en contextos educativos. Este modelo macro sirve para adentrarse a continuación en las experiencias abordadas en nuestro país, tanto en la etapa de primaria como de secundaria y en el tratamiento de otras áreas de trabajo. Esto se enlaza con los modelos didácticos que permiten incorporar una L2 en áreas curriculares diferentes a la de inglés (concretamente EF), analizando las pautas sobre las que es necesario trabajar para conseguir que el idioma no se convierta en un impedimento para desarrollar los contenidos.

En consonancia con ello se incide en CLIL, estrategia didáctica de más prestigio y viabilidad que ha demostrado cómo se pueden trabajar las cuatro destrezas lingüísticas sin que se vean afectados los contenidos de la materia. Esta metodología ha demostrado además la consecución de un mayor aprendizaje del idioma que aquellos métodos que focalizan la enseñanza en el aprendizaje aislado del inglés.

3. METODOLOGÍA UTILIZADA Y RESULTADOS

Se ha empleado una metodología mixta, en la cual se realiza un análisis cuantitativo (técnicas descriptivas e inferenciales) y uno cualitativo (estudio de caso). Por un lado, se contrasta la percepción que tienen tanto los coordinadores de programas bilingües como los docentes que imparten la EF en inglés. Por otro, se realiza un estudio de caso único en un centro educativo en el que se analizan a lo largo de un curso escolar las sesiones de EF escolar bilingües y no bilingües de primer y cuarto nivel de la etapa. En el estudio se plantean nueve objetivos, derivándose de los mismos un total de 16 hipótesis que atienden tanto a la fase cuantitativa como a la cualitativa. Los participantes en la fase cuantitativa han sido la totalidad de centros públicos de secundaria con sección bilingüe en inglés y en cuyo programa la EF es una de las materias incluidas, es decir, 26 centros. En cuanto a la parte cualitativa se selecciona uno

de esos centros en el que se lleva a cabo un estudio de caso único. En este estudio de caso, se encuentra implicado el docente de EF en inglés y los alumnos de los cursos analizados (24 alumnos del curso 1º ESO bilingüe, 26 alumnos del curso 1º ESO no bilingüe, 14 alumnos de 4º ESO bilingüe, 16 alumnos de 4º ESO no bilingüe).

3.1. Análisis cuantitativo

Se han empleado dos cuestionarios validados que son cumplimentados por los coordinadores de los equipos bilingües y los docentes que imparten la EF en inglés. El análisis es por un lado descriptivo, utilizando frecuencias y porcentajes, y por otro inferencial, desarrollándose tablas de contingencia y χ^2 cuadrado, correlaciones, y análisis de varianza para pruebas no paramétricas. Para ello se ha utilizado el paquete estadístico SPSS, versión 20.0.

3.1.1. Análisis Descriptivo

En la tabla 1 se reflejan las frecuencias y porcentajes de las variables que integran el tipo de trabajo que se lleva a cabo en las reuniones de la coordinación bilingüe en los diferentes centros estudiados.

Tabla 1. Frecuencias y porcentajes del contenido tratado en las reuniones.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
<i>Porcentaje de inglés</i>	SI	17	65,4	65,4
	NO	9	34,6	100,0
<i>Metodología y evaluación</i>	SI	18	69,2	69,2
	NO	8	30,8	100,0
<i>Trabajo interdisciplinar</i>	SI	16	61,5	61,5
	NO	10	38,5	100,0
<i>Propuestas con el auxiliar de conversación</i>	SI	17	65,4	65,4
	NO	9	34,6	100,0
<i>Proceso de aprendizaje de alumnos</i>	SI	25	96,2	96,2
	NO	1	3,8	100,0

Un 96,2% de los coordinadores señala que el seguimiento del aprendizaje del alumno es uno de los temas que se abordan durante las reuniones. Este asunto resulta ser tratado por la mayoría de los centros (en 25 de los 26 centros).

Otra de las temáticas más abordadas durante las reuniones es el debate sobre los aspectos metodológicos y evaluativos ya que el 69,2% establece tratarlo. Por su parte, un 65,4% admite que una de las temáticas abordadas durante las reuniones es decidir y unificar criterio acerca del porcentaje de inglés que se va a utilizar en el aula, mientras que un 34,6% establece no tratar este asunto durante las reuniones. En cuanto a propuestas de trabajo interdisciplinar, un 38,5% señala no decidir sobre ello mientras que un 61,5% dice llevarlo a cabo.

Por último y en referencia a la elaboración de propuestas con el auxiliar de conversación, un 65,4% lo incluye como contenido dentro de las reuniones mientras que el 34,6% no lo contempla como aspecto a tratar en las mismas.

3.1.2. Análisis inferencial

Respecto al análisis inferencial, y en relación a las técnica de análisis de χ^2 , en la tabla 2 se indica cuál es la relación existente entre la variable dependiente de la frecuencia en la realización de reuniones y las independientes de la implicación de los alumnos, familia y realización de tareas de carácter interdisciplinar.

Tabla 2. Tabla de contingencia y χ^2 relativas a las hipótesis 1 y 2

	Porcentaje (%)					χ^2	p
	Frecuencia de realización de reuniones						
	S.	Q.	M.	E.	N.		
Se implica a los alumnos en el programa bilingüe							
Nada	15,4	0,0	3,8	3,8	3,8	17,286 ^a	.027
Algo	3,8	30,8	3,8	3,8	0,0		
Bastante	23,1	3,8	3,8	0,0	0,0		
Se implica a las familias en el programa bilingüe.							
Nada	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	19,960 ^a	.068
Algo	3,8	11,5	3,8	0,0	0,0		
Bastante	26,9	23,1	3,8	0,0	3,8		
Mucho	11,5	0,0	3,8	3,8	0,0		
Se organizan actividades de carácter interdisciplinar.							
SI	38,5	15,4	7,7	0,0	0,0	9,954 ^a	.041
NO	3,8	19,2	3,8	7,7	3,8		

Como se puede observar, la frecuencia de realización de reuniones por parte del equipo bilingüe influye significativamente en la implicación de los alumnos, ya que $p < .05$ ($\chi^2(26) = 17,286a$, $p = .027$). De acuerdo con los datos incorporados, parece ser que esta relación viene determinada porque el 23,1% de la muestra que indica reunirse semanalmente, implica a los alumnos “bastante” en el funcionamiento del programa bilingüe. Por su parte, el 30,8% que afirma hacerlo cada 15 días también señalan implicar de alguna manera al alumnado. De este modo, parece que a mayor número de reuniones, mayor implicación de los alumnos.

Por el contrario, la frecuencia de realización de reuniones por parte del equipo bilingüe no influye significativamente en la implicación de las familias en el programa que se desarrolla en el centro de sus hijos ($\chi^2(26) = 19,960a$, $p = .068$).

Finalmente, existe una relación significativa entre la realización de reuniones y la organización de actividades de carácter interdisciplinar ($\chi^2(26) = 9,954a$, $p = .041$). Esta relación puede deberse a que el 53,9% de la muestra que indica reunirse con mayor frecuencia (semanalmente) también reconoce trabajar de forma interdisciplinar entre las materias implicadas en el programa bilingüe. Se deduce que a mayor frecuencia de reuniones, mayor trabajo interdisciplinar.

En la tabla 3 se presenta un ejemplo de análisis de varianza para pruebas no paramétricas, analizando la relación existente entre la variable generada de escala

“Percepción óptima de la inclusión de la EF en el programa bilingüe” y la categórica de valoración de la presencia del auxiliar de conversación en el aula.

Tabla 3. Análisis de varianza no paramétrico entre la variable “Percepción óptima de la inclusión de la EF en el programa bilingüe” y las medias de grupos en “Valoración positiva del auxiliar de conversación en las clases de EF”

	Valoración de la presencia del auxiliar de conversación en clases de EF (N/rango promedio)				χ^2	p
	Nada	Algo	Bastante	Mucho		
Percepción óptima de la inclusión de la EF en el programa bilingüe	5	3	14	4	8,505	.037
	19,2	4,0	12,5	16,9		

En este caso, la diferencia entre las medias de los grupos de edad resultó significativa ($\chi^2(26) = 8,505, p = .037$) y es preciso “rechazar la hipótesis nula”.

Estas diferencias significativas son debidas a que la mayor parte de la muestra percibe bastante positiva la presencia del auxiliar de conversación en las clases de EF. En este sentido puede determinarse que la participación del auxiliar de conversación en el aula de Educación Física es un indicador positivo en la percepción óptima de la inclusión de la materia dentro del programa bilingüe.

3.2. Análisis cuantitativo

Los instrumentos utilizados en la fase cualitativa del estudio son: entrevista inicial al profesor de EF bilingüe, diario de seguimiento para las clases bilingües y no bilingües de 1º y 4º de la ESO y un grupo de discusión final con los alumnos. Se emplea el programa de computación WEFT-QDA para el registro de la información y generación de las categorías.

A continuación se presentan los resultados más representativos de las cuatro categorías establecidas.

3.2.1. Aspectos relativos a la adquisición del idioma

En coherencia con lo que el docente indica en su entrevista acerca de las formas de trabajar la expresión oral durante las clases de EF, los diarios de registro recogen multitud de situaciones en las que efectivamente el profesor trata de generar que los alumnos hablen en inglés. El docente permite a los alumnos realizar pequeñas intervenciones durante las clases. Por ejemplo, en el primer trimestre en la Unidad Didáctica de juegos motores (1º ESO), cuando el docente les deja tiempo para que planteen modificaciones a los juegos propuestos o en 4º ESO cuando se juntan entre ellos para resolver un determinado reto cooperativo o pensar en una estrategia de un juego.

Del mismo modo, en los diarios de registro tanto de 1º como de 4º ESO se observa el trabajo de la expresión oral en inglés por parte de los alumnos. Se recoge el planteamiento de actividades de enseñanza-aprendizaje en las que los alumnos tienen que exponer delante de los compañeros. Por ejemplo en 1º ESO cuando explican y ponen en práctica un juego motor o en 4º ESO cuando presentan su actividad adaptada de esgrima. Asimismo, en los diarios de registro se recogen actividades que se centran en la utilización de la expresión oral en inglés por parte de los alumnos. Por ejemplo, en 1º ESO cuando dramatizan un anuncio de televisión cuyos diálogos son en inglés

o en 4º ESO cuando los alumnos crean un vídeo informativo sobre cómo realizar correctamente algunos estiramientos.

Si bien se registran situaciones en las que se trabaja la comprensión y expresión oral, son escasas las ocasiones recolectadas de trabajo sobre la comprensión y expresión escrita.

3.2.2. Aprendizaje de contenidos curriculares de Educación Física

La observación durante el curso escolar y el registro de datos tomado a través de los diarios permiten corroborar la aplicación práctica de los contenidos curriculares previstos y recogidos en la programación didáctica del departamento.

Se encuentra que la inclusión del idioma provoca ralentización en el abordaje de contenidos y por ello se registra que en ocasiones el profesor plantea menos actividades en el grupo bilingüe que en el grupo no bilingüe. Sin embargo, se halla que el idioma no supone una demostración de menos aprendizaje de contenidos. Incluso si se relaciona el aprendizaje con resultados académicos obtenidos, se recoge que las modalidades bilingües de ambos grupos consiguen mejores resultados que sus grupos de referencia.

3.2.3. Implicación del alumno en el proceso educativo

El docente comenta que normalmente el grupo bilingüe muestra actitudes de mayor implicación y de mejor relación social entre ellos en comparación con el grupo no bilingüe. Lo justifica diciendo que el grupo bilingüe además de ser más homogéneo en cuanto a intereses permanece estable durante más tiempo a diferencia del grupo no bilingüe que cambia con más frecuencia, ya que algunas veces deja alumnos porque repiten o acoge a otros porque o bien deciden dejar la sección bilingüe o han repetido de curso. Los datos recopilados en el diario de registro muestran cierto cumplimiento de estas valoraciones. Esto se ve en el primer registro de los grupos de 4º ESO a la hora de resolver una serie de “retos cooperativos”. Los alumnos del grupo bilingüe demuestran una mejor relación social, mayor implicación y responsabilidad en comparación con su grupo de referencia.

Por otra parte, los alumnos del grupo de 4º ESO bilingüe se muestran más predispuestos a la hora de asumir responsabilidades. Por ejemplo ante el ofrecimiento del profesor para participar en un montaje de despedida para 2º Bachillerato, todos los alumnos del grupo bilingüe acceden voluntariamente a participar mientras que del grupo no bilingüe solo un alumno decide formar parte. Si bien es cierto, el profesor evita dar la responsabilidad a este grupo en la participación de otros eventos. Esto ocurre por ejemplo en la organización del torneo de esgrima que es arbitrado solamente por los alumnos del grupo bilingüe de 4º ESO.

3.2.4. Dificultad de la materia de Educación Física

La coordinación con el auxiliar de conversación es uno de los aspectos que el profesor, durante su entrevista inicial, detecta como difícil en la impartición de la EF en inglés. Además se estudian los aspectos que dificultan la realización de actividades o superación de la materia por parte de los alumnos.

Durante el grupo de discusión se registran algunos datos al formularles la siguiente pregunta: ¿Creéis que el nivel de dificultad para superar la materia de EF aumenta por el hecho de ser impartida en inglés? Algunos alumnos perciben que la EF es más difícil por

el hecho de ser en inglés aunque no todos están de acuerdo. Coincide que son más los alumnos de 1º ESO quienes detectan esa mayor dificultad y no así los del grupo de 4º ESO.

Cuando se indaga sobre las razones que les lleva a opinar que es más difícil, el argumento más destacado es la mayor carga de trabajo que supone estar en la sección bilingüe. Asimismo, los alumnos de 1º ESO resaltan haber tenido que pasar por un período de adaptación hasta acostumbrarse a la nueva situación metodológica de la materia.

4. DISCUSIÓN

Los datos obtenidos en la presente investigación revelan que la experiencia de los docentes analizados influyó en el empleo de estrategias lingüísticas (ejemplificar, entonar) y paralingüísticas (imágenes, gráficos, símbolos, parafrasear, dramatizar) durante las clases para hacer más accesible la información. Algunas experiencias muestran que la utilización de medios de comunicación visuales como estrategia paralingüística, fomenta el aprendizaje autónomo de los alumnos, aumenta las posibilidades de desarrollo en el idioma e incrementan la participación con éxito en clases de EF [10]. Asimismo se encuentra que el uso de estrategias lingüísticas y paralingüísticas se vincula con el menor dominio de la L2. Es decir, cuanto más dominio de la L2 tienen los estudiantes, menor necesidad encuentra el docente de hacer uso complementario de estrategias paralingüísticas que faciliten la comprensión [11].

Por otro lado se analizaron los datos tomando como referencia la variable de cantidad de inglés utilizado en clase de EF. Los datos de esta investigación reflejaron que no existía unanimidad en el criterio de los docentes, ya que mientras unos decían realizar las clases completamente en inglés, otros impartían uno de los días en inglés y otro en castellano, y otros que seleccionaban Unidades Didácticas concretas para desarrollar en inglés. Si se cumpliera la normativa vigente, no existiría debate, puesto que la Orden 6/2006 aclara que “el total de las horas impartidas en el idioma específico no podrá suponer más de un 50% del horario total de los alumnos” (p.781).

Propuestas como la de [12] señalan que la mayor exposición al idioma, y con ello el mayor porcentaje de inglés utilizado en la enseñanza de la materia concreta, asegura una mejor y mayor adquisición del mismo. Y además soluciona la “eterna descontextualización” en el aprendizaje del inglés, puesto que el mismo se utiliza con un objetivo funcional: el aprendizaje de una materia en concreto. [13] defienden que las materias CLIL deben impartirse completamente en inglés, porque aun así, el aprendizaje se desarrolla dentro de un contexto de “semi-inmersión” puesto que la exposición al idioma se limita al tiempo de impartición de las materias implicadas.

La presente investigación mostró una relación significativa entre el empleo de inglés en el aula y el aprendizaje de contenidos de la materia. Esto pudo deberse a que casi una tercera parte de los participantes que afirmaron que las dos horas semanales de EF se impartían 100% en inglés, señalaron también que ello no afectaba nada al aprendizaje de contenidos de la materia. Por otro lado, se encontró que el mayor uso de inglés durante las clases de EF suponía un mayor trabajo sobre la destreza de expresión oral por parte de los alumnos. Sin embargo, impartir más docencia de EF en inglés no influyó significativamente en el hecho de que los alumnos desarrollasen más la expresión escrita en inglés. Esto puede relacionarse con lo reflejado por [7], quien reconoce que en EF tanto la lectura como la escritura poseen un carácter complementario y no prioritario en el área, como quizá sean la comprensión y expresión oral.

Contrastados los aspectos correspondientes al grado de colaboración y coordinación entre los profesores, la influencia de su formación lingüística y metodológica, así como de su experiencia y de la cantidad de inglés empleado en las clases de EF, también se analiza si la antigüedad del centro como sección bilingüe influye en su grado de implantación. A su vez, si la implantación del bilingüismo está relacionada con la percepción favorable hacia la inclusión de la EF dentro de la sección bilingüe. Y finalmente, si esto último se vincula con el valor positivo atribuido a la integración del auxiliar de conversación en clase de EF.

La incorporación de las secciones bilingües en inglés en CyL cumple en este momento 9 años desde que en 2006 comenzaran su andadura en algunos centros de la Comunidad. El paso del tiempo de los centros con sección bilingüe ha permitido que se vayan asentando las bases de su programa y su filosofía de actuación y funcionamiento.

5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del estudio son:

1. El grado de coordinación entre los docentes que forman parte del equipo bilingüe no repercute en la mayor implicación de las familias, aunque sí en la mayor implicación de los alumnos para que conozcan, opinen y contribuyan en la mejora y evolución del programa bilingüe. Asimismo, el mayor nivel de coordinación también favorece la propuesta de buenas prácticas de desarrollo en el centro, como la organización de actividades de carácter interdisciplinar entre los departamentos implicados en la sección bilingüe.
2. La formación lingüística a través de estancias en el extranjero y obtención de la acreditación lingüística, se vinculan con un perfil metodológico del profesorado basado en la realización de cursos CLIL y búsqueda de bibliografía de esta metodología con el fin de actualizarse y seguir formándose. Así, los docentes que otorgan mucha importancia a la formación en el idioma también lo hacen con respecto a la formación en metodología.
3. Los docentes con más años de experiencia en EF bilingüe emplean mayor repertorio de estrategias lingüísticas y paralingüísticas como recurso metodológico. Sin embargo, esta experiencia no influye en el nivel de uso de las TIC como complemento en la enseñanza integrada de la EF en inglés.
4. No se ha encontrado una relación entre la mayor cantidad de inglés utilizado para impartir EF y el menor aprendizaje de contenidos. De hecho, se concluye que los docentes que introducen mayor porcentaje de idioma en sus clases de EF, perciben que el aprendizaje de contenidos específicos de la materia no se ve nada afectado. Por otro lado, la mayor presencia de inglés durante las clases de EF repercute en que los alumnos hablen más en el idioma extranjero aunque no en el hecho de que escriban más en inglés.
5. La mayor implantación del bilingüismo en el centro (entendiendo ésta como mayor antigüedad del centro como sección bilingüe, vinculación del centro con la sección bilingüe de Primaria, contemplación de la situación bilingüe en documentos oficiales del centro, existencia de seguimiento y evaluación del programa bilingüe), no implica que los docentes estudiados tengan una opinión más favorable hacia la inclusión de la EF dentro del programa bilingüe.

REFERENCIAS

- [1] Fernández-Barrionuevo, E. (2011). El valor del realismo en las tareas de Educación Física bilingüe. *Wadi-red*, 1(1). Recuperado de http://www.cepguadix.es/~revista/joomla/docs/numero1/enero_2011_art_4.pdf.
- [2] Halbach, A. (2008). Una metodología para la enseñanza bilingüe en la etapa de Primaria. *Revista de Educación*, 346, pp. 455-466. Recuperado de http://www.revistaeducacion.mec.es/re346/re346_17.pdf
- [3] Moliner, M. (2014). La influencia de la legislación de cada una de las CCAA en el desempeño de rol del profesor de metodología AICLE. Universidad Pontificia de Salamanca.
- [4] Moliner, M. y Fernández, L. M. (2013). The Effects of CLIL from the Perspective of In-service Teachers in Salamanca (Castilla y León, Spain). *Exedra: Revista Científica*, 8, pp. 200-217.
- [5] Marín, M.N. (2012). Educación en valores y bilingüismo, el futuro de la Educación Física. Perspectivas de la EF escolar en el siglo XXI. Recuperado de http://fustelcom.es/cdcep/ficheros/05_Comunicacion_Nieves_Marin_Regalado_Educacion_en_valores_y_bilinguismo_el%20futuro_de_la_actividad_fisica..pdf
- [6] Coyle, D., Hood, P. y Marsh, D. (2010). CLIL. Content and Language Integrated Learning. Cambridge. Cambridge: University Press.
- [7] Magdaleno, V.M. (2011). Cómo enseñar Educación Física en inglés. How to teach Physical Education in English. Sevilla: Wanceulen Editorial Deportiva.
- [8] Amor, T. y Pascual, L.F. (2012). Actividades bilingües de Educación Física de base: Educación Física y bilingüismo. Madrid: Editorial CCS.
- [9] Molero, J.J. (2011). La planificación de la Educación Física bilingüe: aspectos a tener en cuenta en la integración de los contenidos lingüísticos. *EmásF, Revista Digital de EF*, 2(9). Recuperado de http://emasf.webcindario.com/De_la_EF_hacia_la_EF_bilingue.pdf
- [10] Caballero, J.A. (2013). La contribución del área de EF a las competencias básicas: opinión de los docentes. *EmásF: Revista digital de Educación Física*, 21, pp. 41-58.
- [11] Daas, K. L. y McBride, M. C. (2014). Participant Observation: Teaching Students the Benefits of Using a Framework. *Communication Teacher*, 28(1), pp. 14-19.
- [12] Harsh, C y Martín, G. (2013). Comparing holistic and analytic scoring methods: issues of validity and reliability. *Assessment in Education: Principles, Policy y Practice*, 20(3), pp. 281-307.
- [13] Kalashnikova, M., y Mattock, K. (2014). Maturation of Executive Functioning Skills in Early Sequential Bilingualism. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 17(1), pp. 111-123.

ESTEREOTIPOS Y PREJUICIOS DE GÉNERO. EL INSULTO Y LA DESCALIFICACIÓN MACHISTA EN LAS RESPUESTAS PÚBLICAS AL PERFIL DE FEMEN EN TWITTER

MARÍA EUGENIA SANZ ANICETO

Universidad de Burgos

RESUMEN

El discurso clásico de los medios de comunicación como vigilantes del poder deja en cierta medida de ejercer su influencia con la llegada de Internet y de los nuevos formatos de comunicación digital ya que contribuyen a la formación de un nuevo modelo de democratización de la información. A través del proceso de socialización desde el cual los medios de comunicación de masas han ejercido su autoridad sosteniendo y fomentando, en muchos casos, una hegemonía patriarcal mediatizando la realidad social y promoviendo imaginarios sociales en los cuales la mujer permanecía invisibilizada o actuaba como comparsa. Esta resistencia hacia la sociedad patriarcal se pone de manifiesto en actuaciones como las realizadas por el grupo Femen en intervenciones públicas tanto a través de performances como a través de su participación en la redes sociales. A través de la interacción del grupo con usuarios de la red social Twitter podremos determinar si los mecanismos actitudinales estereotipados, prejuiciosos y discriminatorios hacia las mujeres se han minimizado o por sí por el contrario se sigue considerando desde la opinión pública al feminismo no como un derecho sino como una asimetría ya superada.

Palabras clave: Actitud, estereotipo, Femen, sexismo, Twitter.

ABSTRACT

The classic speech of the mass media like watchmen of the powers limits, finish his influence with the arrival of Internet and of the new formats of digital communication since they contribute to the formation of a new model of information democratization. Across the process of socialization, from which mass media have exercised his authority, supporting and promoting in many cases a patriarchal hegemony mediatizing the social reality and promoting imaginary social in which the woman was remaining invisibilized, or was acting as an extra. This resistance towards the patriarchal company is revealed in actions realized by the group Femen, in public interventions like performances or his participation in social redes. Across the interaction of the group with users in Twitter, we will be able to determine if the mechanisms actitudinales stereotyped, prejuicioso and discriminatory towards the women have been minimized or, for the contrary, feminism continues being considered from the public opinion not as a right but as an already overcome asymmetry.

Keywords: Attitude, stereotype, Femen, sexism, Twitter.

1. CONCEPTUALIZACIÓN

1.1. Actitudes y estereotipos

El lugar que ocupan los diferentes colectivos dentro de la estructura social, junto con las creencias que se poseen respecto a dichos grupos y las actitudes negativas generadas hacia los mismos hace que las relaciones intergrupales sean complicadas.

El estudio de las actitudes es un tema complejo debido, en parte, a su dificultad de observación directa. Teóricos clásicos como Allport [1], la definen como “un estado mental y neural de disposición, organizado a través de la experiencia, que ejerce una influencia directiva o dinámica de la respuesta del individuo a todos los objetos y situaciones con las que está relacionado”. Sin embargo, en la actualidad sigue sin existir unanimidad en torno a su definición ya que las diferentes propuestas difieren en relación al número de componentes que la integran.

Así, desde una concepción tridimensional de la actitud, se considera que está formada por componentes cognitivo, afectivo o evaluativo y conductual. Dentro de este modelo nos encontramos con definiciones como la propuesta por Breckler [2] quien las define como “el afecto, el comportamiento y la cognición son tres clases de respuestas inobservables hacia el estímulo”. El componente cognitivo estaría representado en los estereotipos ya que está relacionado con opiniones y creencias sobre el estímulo u objeto de actitud. El afectivo se vincularía con el prejuicio, puesto que implica sentimientos y actitudes hacia los demás. Y el comportamental o conductual que se relacionaría con la discriminación y se expresaría mediante intenciones o acciones. Desde la concepción unidimensional, se pone énfasis en el componente afectivo. En esta línea es definida como “sentimiento general, permanente, positivo o negativo hacia alguna persona, objeto o problema” [3].

Los estereotipos se definen como “las creencias más o menos estructuradas en la mente de un sujeto sobre un grupo social. Son las características “descriptivas de”, “atribuidas a”, o “asociadas a” los miembros de categorías o grupos sociales. Se trata de generalizaciones que ignoran en parte la variabilidad de los miembros de un grupo y que tienen un carácter resistente al cambio” [4]. Por tanto, los estereotipos son resultado de la influencia de las interacciones intergrupales y pueden convertirse en normas sociales aceptadas como válidas de manera incuestionable. A partir de esta información social que recibimos conformamos un esquema cognitivo basado en creencias y expectativas a cerca de lo que son o que deberían ser las personas, ejerciendo una fuerte influencia en el procesamiento de la información.

En relación a los estereotipos de género, son definidos como “un conjunto estructurado de creencias compartidas dentro de una cultura o grupo acerca de los atributos o características que poseen hombres y mujeres” [5]. Este tipo de estereotipos tienen funciones diferentes al resto de estereotipos, tanto en el componente descriptivo, como en el prescriptivo. El carácter descriptivo, hace referencia a las expectativas descriptivas asociadas al rol, es decir, creencias sobre los roles, atributos y conductas que caracterizan a hombres y mujeres, mientras que el carácter prescriptivo o normativo es debido a características injuntivas y se basa en las creencias sobre las características que se consideran apropiadas para cada grupo de género. Ambos componentes son relevantes para la formación de conductas discriminatorias [6].

A lo largo del proceso de socialización cada grupo de género recibe una educación diferencial congruente con las normas prescriptivas marcadas [7]. Los autores indican también que la influencia del contexto de socialización de los sujetos no está vinculado con el carácter descriptivo de los estereotipos (no encontrándose diferencias por sexo, edad, hábitat, o nivel educativo).

Por otro lado, se asume que los estereotipos prescriptivos de género incluyen solamente cualidades deseables socialmente. También se supone que la diferencia en la conveniencia de una calidad se prescribe para el género que recibe la calificación más alta. Pero los estudios realizados ponen de manifiesto que las prescripciones sociales exigen como deseable la presencia de rasgos de género apropiados. Asimismo sugieren que, para determinados tipos de cualidades (rasgos deseables pero inapropiados para el género y rasgos indeseables pero apropiados al género) las normas sociales son notablemente más relajadas. Por tanto, la evidencia empírica indica que el único imperativo importante es evitar las cualidades indeseables del otro género [8].

Las dimensiones en las que se han agrupado los estereotipos de género varían en función de los autores. Parsons y Bales [9] hablan sobre la persona masculina que será la líder instrumental frente a la femenina que tendrá el rol de líder expresivo. Posteriormente autores como Bakan [10] quien las clasifica en agencia y comunión, agencia definida como un elemento básico para la existencia del individuo como organismo, frente a comunión considerada como la participación del individuo dentro de la sociedad de la que forma parte. Por tanto y como es previsible el varón poseerá más cualidades de agénticas, y las féminas más cualidades comunales. Por todo ello, la dimensión masculina del estereotipo se denomina instrumental o agéntica y comprende cualidades como autónomo, independiente y productivo, frente a la femenina llamada expresiva o comunal caracterizada por poseer cualidades como sensible, cariñosa o comprensiva.

1.2. Categorización y sexismo

A partir de los conocimientos que vamos adquiriendo sobre la realidad social desarrollamos cognitivamente un proceso de categorización en función de elementos que consideramos similares sobre los miembros de un grupo y señalamos diferencias en relación a otros grupos. En función de la atribución que se haga de un sujeto dentro de una categoría social se le asignaran características, consecuentemente el resto de personas se relacionaran con ésta de manera congruente a partir de las expectativas y experiencias previas que tengan de relaciones anteriores con sujetos de la misma categoría. Por tanto, todos los sujetos que conforman una categoría social son incluidos como parte de un mismo grupo y considerados como semejantes.

Esta categorización nos ayuda a sintetizar la realidad facilitándonos la comprensión de comportamientos y actitudes de otras personas e incluso nos sirve en ocasiones como predictor de ciertas conductas, pero también puede implicar errores por el proceso mismo de simplificación. Así pues, el sujeto percibe la similitud que existe entre las personas que conforman el mismo grupo y del que se siente parte integrante (endogrupo) frente a la acentuación de las diferencias frente al otro grupo (exogrupo).

Durante este proceso, vamos conformando nuestra identidad social “formada por el autoconcepto que cada persona tiene del conocimiento de pertenencia a ciertos grupos o categoría sociales, unido al valor significativo que se otorgue a esa pertenencia” [11]. Así “el grupo psicológico se convierte en una realidad social en la medida en que un cierto número de individuos comparten y, en circunstancias relevantes, actúan

desde la misma identificación social” [12], por lo que un grupo social sería un grupo de personas que comparten una identidad social y se autoperiben como miembros de la misma categoría social.

Esta categorización en relación al género induce a una marcada diferenciación entre varones y mujeres que será el preludio respecto al concepto de sexismo. En contraposición al sexismo clásico, caracterizado principalmente por presentar una diferenciación de género competitiva, un paternalismo dominador y cierta hostilidad heterosexual [13], frente al concepto de neosexismo entendido como “manifestación de un conflicto entre los valores igualitarios y los sentimientos residuales negativos hacia las mujeres” [14]. Estas nuevas formas de sexismo presentan una dualidad, ya que por un lado las normas sociales han facilitado que el prejuicio contra las mujeres sea considerado como indeseable socialmente y por otro la aceptación de valores igualitarios, socialmente deseables en aquellas sociedades que han evolucionado hacia posicionamientos más liberales [15].

1.3. Nuevos medios de comunicación: Twitter

Uno de los agentes que median durante el proceso de socialización son los medios de comunicación promoviendo imaginarios sociales. A lo largo de siglos las mujeres han perseverado por mantener una igualdad real con respecto al grupo de los varones, sin embargo, el fuerte arraigo del patriarcado impide lograr esa simetría. Algunos medios de comunicación han tenido un papel fundamental, tal y como pone de manifiesto Menéndez [16], ya que puede generar desconfianza sobre el principio de igualdad puesto que en ocasiones expresa opiniones pseudocientíficas que contradicen el propio principio de igualdad, acentúa la proliferación de roles estereotipados y continúa ofreciendo mensajes que actúan contra la igualdad de género. Durante bastante tiempo ha existido en los medios de comunicación una oligarquía mediática manteniendo una hegemonización social en todos sus campos sustentando y fomentando una ceguera hacia el patriarcado y por tanto hacia el género, transmitido desde el uso de lenguaje sexista hasta el auspicio de estereotipos. Esta falta de neutralidad en muchas ocasiones ha puesto de relieve la imagen de la mujer como mera comparsa, ante estas manifestaciones de la percepción del mundo por parte de los sujetos que se ampara ante una percepción sesgada de la realidad. El feminismo es un movimiento social que habla de igualdad, libertad y derechos humanos, y los derechos de las mujeres, son derechos, no son privilegios.

Con la revolución en los medios de comunicación digitales y las nuevas plataformas de comunicación social, se da visibilidad a colectivos y personas que ofrecen perspectivas diferentes a las mantenidas desde los grandes medios de comunicación. En las últimas décadas Internet ha pasado a ser un nuevo espacio y herramienta para la divulgación de opiniones. Este nuevo medio posee unas características comunicativas que no posee la interacción cara a cara, como son la distancia física (que deja de ser una barrera comunicativa), el tiempo (la comunicación puede darse en tiempo real, es decir, sincrónica como en el caso del chat, frente a una comunicación asincrónica en la que se dispone de tiempo para reflexionar y ofrecer una respuesta), la ausencia de comunicación verbal y el anonimato (el usuario puede ocultar su identidad detrás de un nombre falso, *nick* o apodo) que a su vez puede incidir en el hecho de que las personas manifiesten conductas negativas, como expresiones agresivas u hostiles, denominadas conductas *flaming* o conductas antisociales en la Red llevadas a cabo por los desig-

nados coloquialmente como *trolls*, individuos que intervienen en el flujo de creación de contenido con la única intención de buscar enfrentamientos, en muchas ocasiones manifestando opiniones claramente contrarias a la mayoritarias en relación al resto de participantes (usando habitualmente el insulto y/o un lenguaje soez o provocativo).

Una de las redes sociales más utilizadas, (con más de 350 millones de usuarios) es Twitter, creada en marzo de 2006, y considerada como un servicio de mensajería. Los mensajes que se pueden enviar y recibir no contienen más de 140 caracteres, que sería el equivalente a la longitud de un titular de noticia, facilitando su escritura y lectura. Estos mensajes son públicos salvo que se configure de forma expresa como una cuenta privada, por lo que en la mayoría de los casos no es obligatoria la autorización de la otra persona o grupo para poder leer lo que se ha escrito. De forma general, los perfiles son seguidos mediante la acción expresa de hacerse “seguidor” del mismo, lo que implica que recibiremos los nuevos comentarios o *tuits* generados, que pueden ser enviados a través de variados dispositivos (teléfonos móviles, tabletas y ordenadores). Por estas razones, se considera a Twitter como el periódico del mundo en tiempo real. Es importante destacar que no solo los mensajes de aquellas cuentas seguidas son accesibles por el público: los mensajes de otras cuentas pueden ser seguidos gracias a la acción de compartir (*retuit*) que cada perfil puede realizar, de forma que los mensajes son compartidos de unas a otras cuentas extendiéndose de forma exponencial por los distintos perfiles y alcanzando audiencias realmente elevadas en un fenómeno conocido como “viralización” del mensaje. De forma paralela, la propia plataforma analiza los contenidos publicados, detectando tendencias importantes cuyo tema se asocia a una palabra o expresión (en ocasiones una etiqueta creada ex profeso con este fin) y que la propia plataforma expone al público como tendencias relevantes (*trending topic*) en una lista que se actualiza en tiempo real.

1.4. El movimiento Femen

Así ante una perspectiva en la que la sociedad considera que nos hemos creído que impera el principio de igualdad, y frente a nuevas plataformas de exposición públicas existen grupos de mujeres que ponen de manifiesto sus resistencias y buscan contrarrestar el persistente neosexismo con nuevos formatos de acción y canales de comunicación que les permitan llegar a la opinión pública. Uno de los máximos exponentes es el grupo feminista Femen y sus llamativas puestas en escena durante sus apariciones públicas reivindicativas, siendo en ocasiones objeto de crítica por parte de diversos colectivos acusándolas de instrumentalizar sus cuerpos como medio de acceso a la opinión pública.

Este grupo contestatario feminista fue creado en el año 2008 por Anna Hutson en Kiev (Ucrania) y lucha contra toda forma de alienación de la mujer, fundamentalmente religiosa y política. Según se indica en su propio manifiesto [17] se inicia como protesta contra el turismo sexual y la prostitución en el país, mediante la organización de performances en la capital. En 2010, las “sextremistas” (denominación de sus militantes) inician las primeras acciones en topless. El movimiento en España, encabezado por Lara Alcázar, se hace visible en octubre de 2013 al irrumpir en el Congreso de los Diputados durante la comparecencia de Alberto Ruiz Gallardón, entonces Ministro de Justicia y promotor del anteproyecto de Ley de Protección de la Vida del Concebido y

los Derechos de la mujer embarazada¹. Su objetivo es la estimulación de la conciencia colectiva de las mujeres para lograr la destrucción del patriarcado y la “emancipación de mujeres y hombres del yugo sexista que la sociedad les impone” [18].

Femen considera el patriarcado como una forma de organización económica, social y jurídica cuya autoridad es masculina. La perpetuación del patriarcado se sustenta y es fomentado por tres grandes factores: las dictaduras, la industria del sexo y las religiones. Las dictaduras, por cuanto se basan en estructuras verticales en las que la hegemonía social y económica está en la figura del patriarca y extiende su influencia a los ámbitos familiares e íntimos. La industria del sexo, por basarse fundamentalmente en una actividad comercial en la que la mujer es reducida a lo material, estereotipando la sexualidad bajo el dominio masculino. Las religiones, vinculadas en muchas ocasiones al Estado, por cuanto suponen la sumisión a un dogma y están sustentadas por un pensamiento desigual y de dominio.

Mantienen que la blasfemia femenina es una parte esencial del proceso de liberación de la esclavitud impuesto por las instituciones religiosas ya que funciona como una amenaza para el sistema patriarcal. Durante los actos reivindicativos, sus integrantes suelen mostrar los pechos desnudos como símbolo de la liberación patriarcal, voluntad feminista de resistencia y liberación en los que se escriben eslóganes en color negro, cortos y fácilmente legibles. Consideran que la “eficacia de nuestra táctica de pechos descubiertos es en sí misma una primera victoria sobre el sistema falocrático contra el que combatimos” [19].

Su estética se caracteriza por portar en la cabeza una corona de flores característica del traje tradicional ucraniano (que únicamente las mujeres “dignas” pueden portar), pantalones cortos, tacones altos y maquillaje muy marcado con lo que pretenden representar los atributos de la feminidad en base a la idea estereotípica del imaginario masculino. El emblema del movimiento es su logotipo, estilización de la letra Φ (f) del alfabeto cirílico, vinculada a la forma de los pechos. Su lema es *Every woman is a riot* (“Cada mujer lleva en sí la rebelión”).

La innegable capacidad de estas acciones para hacerse un hueco en los espacios informativos de los medios de comunicación tradicionales contrasta con la cobertura inadecuada que tales acciones y mensajes reciben por parte de dichos medios. Es por ello, que diferentes colectivos reivindicativos, y en concreto Femen, utilizan las nuevas plataformas de comunicación social en la Red tanto para la realización de una labor informativa sobre sus acciones, como para el mantenimiento de una comunicación directa y sin intermediarios con la opinión pública. Pero ¿qué ocurre cuándo dichas plataformas permiten también participar (como no puede ser de otra manera en un sistema basado generalmente en la comunicación pública y abierta) a individuos cuya opinión sobre la igualdad de género está asentada en un mensaje sexista que puede ser expresada de forma anónima?

El objeto de este estudio es profundizar en las características de las opiniones prejuiciosas y/o estereotipadas del público en relación al movimiento Femen a través de su perfil en Twitter y comprobar si en la actualidad existen manifestaciones sexistas contra las mujeres. Al tratarse de una interacción online, presumiblemente existirán

¹ Noticia de Radio Televisión Española: Tres activistas de Femen interrumpen a Gallardón en el Congreso al grito de “aborto es sagrado”. Web de RTVE: <http://www.rtve.es/noticias/20131010/tres-mujeres-torso-desnudo-interrumpen-sesion-control-gritos-favor-del-aborto/760740.shtml>

modificaciones en procesos psicológicos subyacentes, de tal modo que disminuirá la deseabilidad social al mismo tiempo que incrementará la desinhibición. Tales procesos serán influenciados y favorecidos por el anonimato y la desindividualización característicos del medio virtual en contraposición a la comunicación cara a cara.

2. METODOLOGÍA

Se ha realizado el estudio de los comentarios o *tuits* manifestados por parte del público en la cuenta o perfil de Femen España en Twitter, durante seis meses, concretamente durante el período comprendido entre el 1 de enero y el 30 de junio de 2015. Hallándose un total de 180 *tuits*, 4.986 *retuits*, 1.828 marcados como favoritos y 505 comentarios realizados por diferentes personas en relación a los *tuits* publicados en el perfil oficial (que corresponden a 105 *tuits*, ya que otros 75 no han sido comentados por ningún usuario). Para su posterior análisis, los comentarios han sido categorizados en: comentarios neutros, comentarios positivos o favorables y comentarios negativos o desfavorables, en relación al tema de investigación.

3. ANÁLISIS

El total de los comentarios (“Fig. 1”) conforman un grupo formado por 505 ítems objeto de estudio. Están divididos a su vez en comentarios neutros, positivos y negativos. Incidiremos en los comentarios negativos debido a su relevancia en relación al objeto de estudio.

Tabla 1. Distribución de comentarios en función de las categorías. Fuente: Elaboración propia.

DISTRIBUCIÓN DE COMENTARIOS EN CATEGORÍAS	VECES	%
NEUTROS	148	29,3
POSITIVOS	106	21,0
NEGATIVOS	251	49,7
TOTAL	505	100,0

3.1. Comentarios neutros

A título descriptivo, los comentarios denominados neutros corresponden a un 29,3% (n=148), poseen el común denominador de no aportar información relevante sobre el posicionamiento del usuario respecto al tema objeto de estudio.

Entre los comentarios incluidos en este apartado se encuentran aquellos que por problemas de idiomas en los caracteres no se han podido traducir y los correspondientes a idiomas no identificables. Por otro lado, también están incluidos todos aquellos comentarios que solicitan información sobre alguna publicación o tema en concreto y que no son, por tanto, parte del objeto de estudio. Finalmente un tercer grupo aglutina aquellos comentarios que no aportan información, puesto que no ponen de relieve ninguna opinión significativa.

3.2. Comentarios positivos

La categoría de comentarios positivos está formada por un total un 21% (n=106), entre ellos se incluyen comentarios que manifiestan un claro apoyo a las acciones reivindicativas, denominadas por las activistas o sextremistas, como “cam-

pañás”, aquellos vinculados más al apoyo hacia los argumentos que sostiene el grupo Femen, y una última subcategoría constituida por ítems relacionados con el apoyo moral que se les brinda a las sextremistas.

3.3. Comentarios negativos

La categoría de comentarios negativos o desfavorables, está formada por un mayor número de ítems con 49,7% (n=251) y de contenido más heterogéneo y por tanto con mayor complejidad en relación a su categorización. (“Fig. 2”)

Tabla 2. Distribución de comentarios de la categoría negativos. Fuente: Elaboración propia

DISTRIBUCIÓN DE COMENTARIOS DE LA CATEGORÍA NEGATIVOS	VECES	%
DESCALIFICATIVOS	30	5,9
REFERENCIAS PAÍSES MUSULMANES	32	6,3
CRÍTICAS	121	24,0
<i>Feminismo repugna o es una moda</i>	25	5,0
<i>No contra el patriarcado, no representación mujeres</i>	25	5,0
<i>Espectáculo</i>	16	3,2
<i>Mejor calladas</i>	12	2,4
<i>No respetan la libertad de expresión</i>	12	2,4
<i>Actúan contra la iglesia (aborto, infieles)</i>	7	1,4
<i>Discriminación positiva</i>	7	1,4
<i>Todo va a tener consecuencias</i>	5	1,0
<i>Ellas van a ordenar el mundo</i>	4	0,8
<i>No valen para nada, sólo instigan el odio</i>	3	0,6
<i>Pérdida de aspectos femeninos</i>	2	0,4
<i>La culpa es de Pablo Iglesias</i>	2	0,4
<i>Ser gay para no ser machista</i>	1	0,2
SEXUALES		
<i>Aspecto físico en general</i>	28	5,5
<i>Pechos</i>	18	3,6
<i>Obesas</i>	7	1,4
<i>Feas</i>	3	0,6
<i>Sexo Explícito</i>	25	5,0
<i>Prostitutas</i>	15	3,0
TOTALES	251	49,7

3.3.1. Comentarios descalificativos

En un primer subgrupo se hayan clasificados aquellos comentarios que pueden resultar ofensivos hacia las sextremistas con un 5,9% (n=30). Forman parte de él descalificaciones del tipo: asquerosas, intolerantes, irrespetuosas, penosas, imbéciles o tontas. Verbalizadas en expresiones como “Vuestra falta de respeto es nauseabunda”, “Aquí se ve lo educadas, escatológicas y “limpias” que son estas chicas ...”, “Vais de progresistas pero... dais asco”, “...me da totalmente igual que estáis mas tontas que un culo de cucaracha”, “Vaya panda de retrasadas”, “Son unas imbéciles y cada vez mas”....

3.3.2. *Comentarios referidos a comparativas con países musulmanes*

Una segunda subcategoría, en la que los comentarios se centra en la realización de solicitud de un reto para que lleven a cabo sus acciones o campañas en países musulmanes con un 6,3% (n=32) y que está compuesto por comentarios similares a: “Esto tan “valiente” lo podéis hacer en la cristiana Europa sin que os corten la cabeza. Defended a mujer en islam”, “Cuándo vais a ir a Iraq o Siria a protestar por los derechos de la mujer?”, “Atónitos nos vamos a quedar todos cuando montéis un numerito contra el Islam. Ah, no...que no tenéis ovarios para eso...”, “...¿Para manifestarse en mezquitas y sinagogas? Hipocresía y Circo del Sol”...

3.3.3. *Comentarios críticos*

Las críticas directas al movimiento están conformadas por el 24% (n=121) de las opiniones manifestadas. Dentro de este subgrupo, el más numeroso, existe una amplia heterogeneidad de manifestaciones vertidas.

El feminismo es considerado por el 5% (n=25) de los comentarios como una moda pasajera o algo “repugnante” teniendo en cuenta comentarios como: “Por desgracia los últimos años ... el feminismo que he visto me repugna. Y me da pena”, “Si hubiera esclavitud sexual no tendría que estar leyendo tus gilipolleces”, “...hay muchos más sobre este movimiento repugnante juguete y herramienta de los imperialistas”, “...payasas de género”, “Élites para desprestigiar el movimiento feminista, conozco feministas consecuentes a las que les repugna Femen”, “...por desgracia las “feminazis” son más”.

Contrarias son también las afirmaciones que consideran que el movimiento no representa a las mujeres, puesto que no lucha contra el patriarcado. Con un 5% (n=25), encontramos ejemplos en aseveraciones tales como: “Sois patéticas, denigráis a las mujeres con vuestra manera de protestar. Tanta lucha femenina que echáis por tierra...”, “Que asco dan, no respetan nada ni a nadie, como mujer no me siento representada por vosotras, todo lo contrario”, “Hay que ver qué malo es el patriarcado que agrade a personas del género opuesto con total impunidad”, “Cada día el movimiento feminista pierde más credibilidad con mierdas como esas”, “Vosotras hacéis que mujeres luchadoras, trabajadoras y libres como yo quedemos como imbéciles. No me representáis, me avergonzáis”, “Son la vergüenza de la mujer que lucha por sus derechos, no que usa su cuerpo para exhibir e irrumpir delante de tod@”...

Según el 3,2% (n=16) la manera de proceder del movimiento se puede considerar como un espectáculo, poniéndose de relieve en frases como: “Claro que sí, esos numeritos que montáis, sois unas cachondas mentales”, “¿Hasta dónde sois capaces de llegar? Esa es la cuestión. Yo no me desnudo en lugares públicos”, “Es que ni se dan cuenta del ridículo que hacen ni de que hablan ni nada”...

Una parte de los comentarios, un 2,4% (n=12) consideran que las manifestantes no respetan la libertad de expresión, es por ello preferible que permanezcan pasivas y en silencio también con un 2,4% (n=12). Ejemplos para el primer caso los encontramos en afirmaciones del tipo: “Vosotras lo del respeto a los que piensan diferente nada ¿no?”, “Y por eso quemáis banderas islámicas, destruíis símbolos cristianos... en fin, os vais contra cualquiera que no piense como vos”, “Vergüenza os debería dar, exigir la libertad cuando vosotras la respetéis”. En el segundo de los casos nos encontramos con frases tales como: “Putas viejas pendejas... deberían estar en la cocina” o “Tenéis el derecho de callaros”.

El 1,4% (n=7) de los comentarios manifiestan que existe discriminación positiva hacia las mujeres o se actúa siempre en contra del género masculino, ejemplos serían: “Solo aceptáis mujeres? Eso no es discriminación por sexo?”, “¿El cuchillo corta-penes lo lleváis vosotros para entrenar o lo llevo yo de casa?”, “Machistaaaaa como tienes la cara de decir que te gustan las mujeres??”. También con el 1,4% (n=7) nos encontramos aseveraciones que consideran que actúan contra la Iglesia, ya que son infieles o consideran un derecho el aborto; “...qué vosotras no estáis intentando imponer vuestra moral por encima de las instituciones, ¿verdad?”, “Y el incitar e insultar tan grotescamente a los cristianos con montajes como este no es delito?”, “No, quizás abortaran? seria lógico que lo hagan”.

También se han escrito comentarios que afirman que todas sus actuaciones van a tener consecuencias 1% (n=5) “Sus abusos les harán saltar por los aires”.

Se critica que ellas creen que van a poner el orden en el mundo en un 0,8% (n=4) de las ocasiones, “Esta aquí ya: el nuevo orden mundial”.

La opinión de que el movimiento no sirve para nada, no tiene utilidad, lo único que hace es instigar el odio son expresadas por un 0,6% (n=3), “Estas mujeres son verdaderas guerrilleras. Vosotras sois la gran nada” [El comentario está referido a una fotografía en la que aparecen dos mujeres vestidas de camuflaje], “Pero si sois la primeras a instilar el odio!”.

La alusión a la pérdida de aspectos femeninos es una idea manifestada por el 0,4% (n=2), “Por qué os dejáis bigote pero os depiláis las axilas?, “¿Os habéis vendido al patriarcado”. Se vincula al movimiento feminista con los nuevos movimientos políticos bajo la idea de que el responsable de todo lo que está pasando es Pablo Iglesias 0,4% (n=2) “Esta es la juventud que quiere @Pablo_Iglesias”, “Su madre hubiera tenido que abortarlo a este cretino de Iglesias”.

En ocasiones, la aparente incomprensión de los principios de la igualdad de género lleva a afirmaciones extremas como que lo mejor es ser gay para no ser machista 0,2% (n=1) “De nuevo parece que hay que ser gay para no ser un machista. No les tomarán en serio hasta que sean, lógicamente, serias”.

3.3.4. Comentarios sexistas y/o denigrantes

En relación a los comentarios de índole sexual 13,5% (n=68) se han subdividido a su vez en los relacionados con aspectos físicos 5,5% (n=28), comentarios que hablan sobre sexo de forma explícita 5% (n=25) y aquellos que las consideran putas o promiscuas 3% (n=15) (“Fig. 3”).

Los comentarios centrados en el aspecto físico lo hacen principalmente en torno a tres temas: por un lado un importante grupo de comentarios focalizados en los senos de las activistas 3,6% (n=18) “Las tetas de la gorda de delante”, “Estaba frío el suelo? Tenias los pezones para cortar el hielo”, “¿Quién es la rubia de las tetas gordas??? Quiero buscar su twitter”.

Los que consideran a las sextremistas que se muestran en las diferentes fotografías como “obesas” y utilizan dicha percepción como argumento para el ataque 1,4% (n=7) “Solo salen obesas, que ascazo las desviadas”, “Que os jodan, gordas”, “Vaya panda de gordas machorras” “Vaya tocina ¡qué asco! No sois feministas, sois animalistas ¡tocinas!”.

Un tercer tema usado como crítica es definir las como “feas” 0,6% (n=3) “Como para exhibir semejante criatura, como no sea en el museo de los horrores”.

Vinculados a temas sobre sexo explícito con un 5% (n=25), nos encontramos con ejemplos como: “Está llorando lefa la muy puta”, “No sé... pero el pajote que me voy a hacer viendo vuestros vídeos de protestas con las tetas al aire será bueno”, “Hahahaha me gusta esa gorda y sus tetas!...que venga la gorda y con chocolate en las tetas así lo disfruto más hahaha”, “Por qué no os lo metéis en el coño pero impregnado en pimienta? Panda de guarras”, “Les hacen falta follar de vez en cuando y compensan con exponerse”, “Hala perracas! A la mezquita de la M30 a enseñar las tetas y gritar Mahoma que lo negro me lo coma!!...”.

Encontramos por último comentarios con un 3% (n=15) que las definen como putas o promiscuas: “Y aquí tenemos a las idiotas del día putas feminazis”, “Son una guarras de última clase esas ...”, “No dejáis de ser unas zorras a la hora de mostrar tetas vendiendo vuestra imagen y cuerpo...”, “Qué narcisistas, son la versión violenta de las golfas exhibicionistas que pululan por Internet”.

4. CONCLUSIÓN

Los resultados demuestran que existe una acusada resistencia a la modificación de las relaciones de género que se ponen de manifiesto bajo una condiciones ideales de anonimato que fomentan nuevas formas de manifestación de procesos discriminatorios hacia las mujeres. Las expresiones mantenidas por la opinión pública revelan la existencia de desigual en las personas por su pertenencia a una categorización en función del género. Las consecuencias de la categorización en dos grupos marcadamente definidos y los estereotipos específicos usados para procesar la información relativos a ese grupo implican consecuencias determinantes para el grupo referido por el hecho de ser culturalmente disponibles en la sociedad.

Resulta relevante que un importante porcentaje de las críticas se centren en componentes sexuales explícitos, muchos de ellos con una considerable y despectiva carga sexual, tanto en lo referente al aspecto físico de las integrantes que aparecen en las diferentes imágenes como a conductas sexuales dirigidas hacia las mujeres que las denigran como seres humanos siendo objetos sexuales a favor de los comportamientos masculinos. Estos hechos que manifiestan el mantenimiento del dominio de los varones sobre las mujeres es una de las bases del patriarcado, puesto que la sexualidad femenina es una amenaza específica para el poder masculino que debe permanecer bajo el control del varón.

Podemos concluir por lo tanto que actualmente en nuestra sociedad existe en muchas ocasiones, al menos de forma encubierta, un fuerte arraigo de estereotipos y prejuicios hacia las mujeres. Éstos fijan las pautas de actuación consideradas como socialmente deseables para cada uno de los grupos, inhibiendo o castigando manifestaciones no incluidas dentro de los patrones conductuales de los grupos de referencia, lo que pone en evidencia un dominio de lo masculino frente a una desvalorización de lo femenino. Estas construcciones sociales generalizables y fuertemente resistentes al cambio inducen, fomentan y legitiman conductas contra el principio de igualdad, que bajo un complaciente anonimato favorecido por el medio digital ponen de manifiesto la existencia de sexismo no erradicado poniendo en evidencia creencias y sentimientos sobre la inferioridad femenina frente a la masculina que se traduce en la complacencia de los deseos de los varones por parte de las mujeres principalmente en temas como los servicios domésticos y sexuales.

REFERENCIAS

- [1] Allport, G.W. (1935). Attitudes. In C. Murchison (Ed.). *Handbook of social psychology*. Worcester, Mass: Clark University Press, pág. 810.
- [2] Breckler, S. J. (1984). Empirical validation of affect, behavior, and cognition as distinct components of attitude. *Journal of Personality and Social Psychology*, 47(6), pág.1191.
- [3] Petty, R.E. y Cacioppo, J.T. (1981). *Attitudes and Persuasion. Clasic and contemporary approaches*. Dudaque, Iowa: Wm C. Brown, pág.7.
- [4] Páez, D. (2004). Relaciones intergrupales. En D. Páez, I. Fernández, S. Ubillós y E. Zubieta (Coords.), *Psicología social, cultura y educación* (pp. 752-768). Madrid: Pearson Educación, pág. 760.
- [5] De Lemus, S.; Moya, M.; Bukowsk, M. y Lupiañé, J. (2008). Activación automática de las dimensiones de competencia y sociabilidad en el caso de los estereotipos de género. *Psicológica*. Vol.29. N° 2, pág. 115.
- [6] Burgess, D. y Borgida, E. (1999). Who women are, who women should be: Descriptive and prescriptive gender stereotyping in sex discrimination. *Psychology, Public Policy, and Law*, 5, pág. 666.
- [7] López-Sáez, M. (1995). *La elección de una carrera típicamente femenina o masculina desde la perspectiva psicosocial: la influencia del género*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, C.I.D.E., Colección Investigación, pág. 376.
- [8] Prentice, D.A. y Carranza, E. (2002). What women and men should be, shouldn't be, are allowed to be, and don't have to be: The content of prescriptive gender stereotypes. *Psychology of Women Quarterly*, 26, pág. 270.
- [9] Parsons, T. y Bales, R. F. (1955). *Family, socialization and interaction process*. Glencoe, IL: Free Press, pág. 315.
- [10] Bakan, D. (1966). *The duality of human existence: Isolation and communion in Western man*. Boston: Beacon Press, págs.14-15.
- [11] Tajfel, H. (1978). *Differentiation between social groups: Studies in the social psychology of intergroups relations*. Londres: Academic Press, pág. 68.
- [12] Turner, J.C., y Giles, H. (Eds.) (1981). *Intergroup Behavior*. Oxford: Blackwell, pág. 27.
- [13] Glick, P. y Fiske, S. T. (1996). The ambivalent sexism inventory: Differentiating hostile and benevolent sexism. *Journal of Personality and Social Psychology*. Vol. 70. N° 3, pág. 507.
- [14] Tougas F.; Brown, R.; Beaton, A. M. y Joly, S. (1995). Neosexim: Plus ça change, Plus c'est pareil. *Personality and Social Psychology Bulletin* Vol. 21. N° 8, pág. 842.
- [15] Moya, M. y Expósito, F. (2001). Nuevas formas, viejos intereses: neosexismo en varones españoles. *Psicothema*. Vol. 13. N° 4, pág. 644.
- [16] Menéndez, M.I. (2012). El reto de la igualdad ante la opinión pública o cómo la prensa construye el neomachismo. En *Actas IV Congreso Internacional Latina de Comunicación Social: Comunicación, control y resistencias*. Sociedad Latina de Comunicación Social, pág. 3. Disponible en http://www.revistalatinacs.org/12SLCS/2012_actas/159_Menendez.pdf. Consultado el 16.10.2015

- [17] VV.AA. (2015). *Manifiesto Femen*. Siero, España: Hoja de Lata.
- [18] VV.AA. (2015). *Manifiesto Femen*. Siero, España: Hoja de Lata , pág. 35.
- [19] VV.AA. (2015). *Manifiesto Femen*. Siero, España: Hoja de Lata , pág. 49.

SÉPTIMA SESIÓN

ÁNGELA GARCÍA SOLAESA

“Producción de concentrados de acilglicéridos ricos en ácidos grasos omega-3”

ALEJANDRA GERMÁN DOLDÁN

“La repatriación de menores no acompañados. Un análisis a la luz de los acuerdos de readmisión suscritos por España”

ANA ISABEL GANDARIAS SÁEZ

“Estilos educativos familiares y sus efectos en el desarrollo de hábitos y habilidades de autonomía”

PABLO PEÑA CALLEJA

“Síntesis de compuestos con propiedades farmacológicas a través de reacciones multicomponentes”

MARGARITA ORTEGA IZQUIERDO

“Análisis de los impactos económicos de las energías renovables en Europa. Emisiones evitadas y ahorro de combustibles fósiles”

PRODUCCIÓN DE CONCENTRADOS DE ACILGLICÉRIDOS RICOS EN ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3

ÁNGELA GARCÍA SOLAESA, RODRIGO MELGOSA, MARÍA TERESA SANZ, SAGRARIO BELTRÁN

*Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos
(Área de Ingeniería Química), Universidad de Burgos.*

RESUMEN

La producción de concentrados de omega-3 resulta de gran interés en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética. Son muchos los trabajos científicos publicados sobre los beneficios demostrados de estos ácidos grasos en la salud humana. Numerosos estudios epidemiológicos y clínicos muestran que un consumo habitual de EPA y DHA reduce el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, ayuda al buen funcionamiento neuronal y desarrollo cerebral y de la retina, e incluso se les atribuye una disminución en el riesgo de padecer cáncer de colon y mama [1,2]. Sin embargo, la obtención sostenible de concentrados estables a la oxidación y altamente biodisponibles por el ser humano está todavía en desarrollo.

Los aceites de pescado, particularmente aquellos que habitan en aguas frías y profundas, son una de las fuentes más ricas en EPA y DHA. Especies con poco valor comercial o bien subproductos provenientes de pescados procesados resultan materias atractivas en la obtención de concentrados de omega-3 [3,4]. Los ácidos grasos no suelen presentarse en forma libre, si no que de manera natural lo hacen esterificados a una molécula de glicerol, formando los llamados triglicéridos. Concentrar los omega-3 en forma de triglicéridos es complejo, ya que se encuentran distribuidos más o menos al azar en la molécula de glicerol [5]. Generalmente se emplean técnicas combinadas de reacción enzimática (hidrólisis, etanolisis o glicerolisis) seguida de un método de fraccionamiento para separar y concentrar los derivados lipídicos de interés [6,7]. La estabilidad y la biodisponibilidad de los concentrados de omega-3 dependen de la forma química en la que se encuentren. Estos pueden presentarse como ácidos grasos libres, etil o metil ésteres, acilglucéridos (monoglucéridos y diglucéridos) o como fosfolípidos, dependiendo de la reacción empleada en su producción. Varios estudios muestran que la estabilidad frente a la oxidación de los omega-3 es mayor si éstos están en forma de acilglucérido que como ésteres. Además estos acilglucéridos presentan la mayor biodisponibilidad ya que son sustratos directos de la enzima pancreática. Por todo esto, los monoglucéridos (MG) y los diglucéridos (DG) que contengan ácidos grasos omega-3 tendrán importantes aplicaciones tanto en alimentos funcionales, así como suplementos dietéticos. Además estas moléculas, especialmente los MG, tienen excelentes propiedades emulsionantes, de hecho representan el 70% de los emulsionantes sintéticos producidos en la actualidad [8].

Los MG y DG se producen habitualmente a partir de una reacción química o enzimática. El uso de temperaturas suaves y tiempos cortos de reacción hace que la

catálisis enzimática sea preferible frente a la catálisis química, siendo la glicerolisis la reacción que mayor cantidad de MG y DG produce [9]. A la hora de llevar a cabo esta reacción, hay que tener en cuenta que los sustratos, aceite y glicerol, son inmiscibles; es decir, tenemos un sistema de dos fases. Esto se traduce en un contacto reducido entre los sustratos y la enzima y por tanto, baja conversión en los productos. Para solventar este problema se suelen emplear disolventes orgánicos o bien surfactantes que sean capaces de homogeneizar el sistema. Damstrup y col. [10] concluyeron que los alcoholes terciarios (tert-butanol y tert-pentanol), por sus características de polaridad, son una de las mejores alternativas para llevar a cabo esta reacción. Son capaces de hacer del sistema una mezcla homogénea, y por lo tanto dar lugar a altos rendimientos de reacción.

Por todo esto, en este trabajo se estudia la producción de MG y DG por glicerolisis enzimática de aceite de sardina, con 2 lipasas comerciales y con tert-butanol y tert-pentanol como medios de reacción [11]. Previamente a las cinéticas enzimáticas se estudió el equilibrio entre las mezclas ternarias, tert-alcohol + aceite de sardina + glicerol [12] para conocer la cantidad mínima de disolvente que hay que emplear para asegurar que el sistema es homogéneo dependiendo de las condiciones de reacción (temperatura y relación de molar de sustratos).

Palabras clave: omega-3, EPA, DHA, monoglicéridos, glicerolisis, lipasa.

ABSTRACT

The production of omega-3 concentrates is of great interest in food, pharmaceutical and cosmetic industries. Many scientific papers about the proven benefits of these fatty acids in human health have been published. Numerous epidemiological and clinical studies show that regular consumption of EPA and DHA reduces the risk of cardiovascular disease, helps the good neuronal function and cerebral and retinal development, and it has been even attributed a decrease in the risk of colon and breast cancer [1,2]. However, the sustainable production of concentrates oxidatively stable and highly bioavailable by humans is still under development.

Fish oils, particularly from species which live in cold and deep waters, are one of the richest sources of EPA and DHA. Fish species with little commercial value or byproducts from processed fishes are attractive materials to obtain omega-3 concentrates [3,4]. The fatty acids are not usually presented as free forms; they are naturally esterified to glycerol molecule, forming the triglycerides. The concentration of omega-3 as triglyceride form is very complex, since they are more or less randomly distributed on the glycerol skeleton [5]. Combined techniques of enzyme reaction (hydrolysis, glycerolysis or ethanolysis) followed by fractionation method to separate and concentrate lipid derivatives of interest [6,7] are generally used. The stability and bioavailability of omega-3 concentrates depend on the chemical form in which they are. They can be presented as free fatty acids, ethyl or methyl esters, acylglycerides (monoglycerides and diglycerides) or phospholipids, depending on the reaction used in their production. Some studies have showed that the oxidative stability of omega-3 in acylglyceride form is higher than omega-3 in ethyl ester form. Furthermore, the acylglycerides present the highest bioavailability since they are direct substrates of pancreatic lipase. Therefore, monoglycerides (MG) and diglycerides (DG) containing omega-3 fatty acids have important applications in functional foods and dietary supplements. Furthermore these

molecules, especially MG, have excellent emulsifying properties, in fact they represent the 70% of synthetic emulsifiers currently produced [8].

MG and DG are usually produced by chemical or enzymatic reaction. The enzymatic catalysis is preferable to the chemical one because of using mild temperatures and short reaction times. The glycerolysis reaction produces the highest amount of MG and DG [9]. When this reaction is carried out, it should be taken into account that the substrates, oil and glycerol, are immiscible; this is a two-phase system. Consequently, there is a reduced contact between the substrates and the enzyme and hence low conversion products. To solve this problem, organic solvents or surfactants are often used to homogenize the system. Damstrup et al. [10] concluded that tertiary alcohols (tert-butanol and tert-pentanol), due to their polarity, are one of the best ways to carry out this reaction. They are able to produce a homogeneous mixture and therefore, lead high reaction yields.

In conclusion, in this work MG and DG production by enzymatic glycerolysis of sardine oil with two commercial lipases and tert-butanol and tert-pentanol as reaction media [11] have been studied. Before to kinetic study, the liquid-liquid equilibrium of the ternary mixtures: tert-alcohol + sardine oil + glycerol [12] were studied to determine the minimum amount of solvent should be employed to ensure that the system is homogeneous, depending on the reaction conditions (temperature and substrate mole ratio).

Keywords: omega-3, EPA, DHA, monoglycerides, glycerolysis, lipase

1. INTRODUCCIÓN

El aceite de pescado es una de las principales fuentes de ácidos poliinsaturados del tipo omega-3 (AGPI n-3), especialmente de ácido eicosapentaenoico (20:5 n-3, EPA) y ácido docosahexaenoico (22:6 n-3, DHA). El consumo de estos dos ácidos grasos tiene efectos muy positivos en la salud humana. Decimos que son ácidos semiesenciales, ya que el organismo es capaz de sintetizarlos a partir del ácido α -linolénico pero no de manera suficiente. Por lo tanto, su ingesta a través de la dieta resulta fundamental [2].

Dentro de los beneficios demostrados por numerosos estudios científicos destacan la disminución de enfermedades cardiovasculares, inflamatorias e incluso de cáncer. El efecto más llamativo es el descenso en los niveles plasmáticos de triglicéridos y colesterol, así como una reducción en la presión arterial. Cabe destacar que parte de estos efectos beneficiosos se han demostrado con ingestas bastante elevadas, que pueden resultar difíciles de conseguir únicamente con el consumo de pescado dentro de una dieta equilibrada. Además el pescado es uno de los alimentos que más metales pesados y sustancias tóxicas puede acumular, por lo que una excesiva ingesta podría conllevar problemas asociados. De ahí que los alimentos enriquecidos y suplementos nutricionales basados en concentrados altamente purificados de omega-3 tengan cada vez más interés tanto para el consumidor como para la industria. El requerimiento de este tipo de productos convierte a los ácidos grasos omega-3 en un producto de alto valor añadido [1,2,4,8].

Por otra parte, las investigaciones más actuales, indican la conveniencia de sustituir los concentrados de omega-3 en forma de ésteres etílicos, los más utilizados en la actualidad, por concentrados en forma de acilglicéridos. Se usa el término acil-

glicérido al hablar de manera general de aquellos compuestos formados por una, dos o tres cadenas de ácidos grasos unidos a una molécula de glicerol, formando los monoglicéridos (MG), diglicéridos (DG) y triglicéridos, respectivamente. Por su estructura molecular con 5 y 6 dobles enlaces, el EPA y DHA son compuestos fácilmente oxidables; sin embargo, varios estudios muestran que la estabilidad frente a la oxidación de los omega-3 es mayor si éstos están en forma de acilglicérido que como ésteres o ácidos grasos libres [13,14]. Además estos acilglicéridos presentan una mayor biodisponibilidad ya que son sustratos directos de la lipasa pancreática [15,16]. Por otra parte, los DG pero sobre todo los MG tienen excelentes propiedades emulsionantes, de hecho representan el 70% de los emulsionantes sintéticos producidos en la actualidad [9]. Por todo esto, tanto la industria alimentaria como la farmacéutica presentan un gran interés en la obtención sostenible de unos concentrados como acilglicéridos de omega-3 efectivos y seguros; lo cual está todavía en desarrollo [2,8].

Concentrar los omega-3 en forma de triglicérido resulta muy complejo, ya que los ácidos grasos se encuentran distribuidos más o menos al azar en la molécula de glicerol, lo que limita el grado de purificación [5]. Generalmente se emplean técnicas combinadas de reacción enzimática (hidrólisis, etanolisis o glicerolisis) seguida de un método de fraccionamiento para separar y concentrar los derivados lipídicos de interés [7,17,18]. La glicerolisis es la reacción que más cantidad de MG y DG produce, ya que el aceite y el glicerol son los sustratos de la reacción. Esta puede ser química o enzimática, dependiendo del catalizador que se emplee. La catálisis química requiere temperaturas muy elevadas de alrededor de 250°C, además resulta menos específica y generalmente más larga. En el caso de los aceites de pescado que son tan susceptibles a la oxidación no es nada recomendable utilizar estas temperaturas, por eso la catálisis enzimática con lipasas, que se lleva a cabo a temperaturas suaves y con tiempos cortos de reacción, se está usando como alternativa a los métodos químicos con muy buenos resultados [19].

Para obtener altos rendimientos en los productos de reacción resulta imprescindible que haya un buen contacto entre los sustratos y el catalizador. Uno de los inconvenientes de la glicerolisis en medio libre de disolvente es la elevada viscosidad de los sustratos y la heterogeneidad del medio. El aceite con carácter hidrofóbico y el glicerol altamente hidrofílico, son dos compuestos totalmente inmiscibles entre sí, lo que hace que la cinética global de esta reacción enzimática esté fuertemente limitada por la transferencia de materia, especialmente cuando se trabaja con enzimas inmovilizadas [20-22]. Para solventar este problema y hacer de este sistema un medio de una sola fase resulta imprescindible usar o bien disolventes o bien surfactantes que permitan homogeneizar la mezcla de partida para asegurar un buen contacto de ambos sustratos con la lipasa. Han sido varios los disolventes estudiados en bibliografía, pero en la mayoría de los casos sin obtener buenos resultados [10,23-25]. De todos los disolventes propuestos para sistemas de aceite/glicerol, los alcoholes con más de cinco carbonos son una buena opción, ya que contienen un grupo -OH polar y una cadena carbonada apolar. Pero por otra parte, los alcoholes podrían competir con el glicerol en su unión a la enzima, por eso los alcoholes terciarios se consideran la mejor opción, su estructura terciaria produce un fuerte impedimento estérico incompatible con esa unión. De acuerdo a los trabajos realizados por Damstrup et al. [10,20,26], alcoholes terciarios como el tert-butanol (TB) y el tert-pentanol (TP), con carácter tanto hidrofílico como hidrofóbico, es decir con una polaridad intermedia; resultan excelentes

disolventes para solubilizar ambos compuestos, aceite y glicerol, y por tanto para ser usados en las reacciones de glicerolisis.

A la hora de diseñar un sistema de glicerolisis de una sola fase, conocer el equilibrio entre los componentes presentes, aceite - glicerol - tert-alcohol, resulta fundamental, al igual que establecer las condiciones óptimas de reacción para producir unos concentrados con altos rendimientos en MG. Por eso el primer paso en este trabajo fue el estudio del equilibrio termodinámico de estas mezclas ternarias [12]. Conocer la cantidad mínima de disolvente necesaria para obtener un sistema homogéneo a la temperatura de trabajo permite llevar a cabo la reacción de manera eficaz con los mayores rendimientos posibles. Este estudio se desarrolló con dos tipos de metodologías, por un lado mediante curvas de solubilidad (binodales) y por otro a través de rectas de reparto. El equilibrio se estudió a distintas temperaturas, teniendo en cuenta el rango de temperaturas óptimas de las lipasas que se prevén utilizar para las reacciones de glicerolisis.

Una vez conocidos los datos de equilibrio líquido-líquido (ELL) de nuestro sistema aceite de sardina + glicerol + tert-alcohol, el siguiente paso fue el estudio cinético de la glicerolisis enzimática con ambos disolventes y con 2 lipasas inmovilizadas [7,11]. Una de ellas proviene de *Rhizomucor miehei*, es 1,3 específica y está inmovilizada en un soporte hidrofílico. Esta lipasa comercial se llama Lipozyme RM. La otra lipasa estudiada es de *Candida antarctica*, es no específica y además está inmovilizada en una resina hidrofóbica. Su nombre comercial es Lipozyme 435. En esta parte del trabajo se ha estudiado la influencia de las principales variables del proceso (relación enzima-sustrato, temperatura, cantidad de catalizador...) en la cinética de las distintas reacciones enzimáticas con ambos disolventes, así como en la composición y rendimiento de las fracciones obtenidas.

2. METODOLOGÍA

2.1. Equilibrio de las mezclas ternarias de reacción

2.1.1. Curvas binodales

Las curvas binodales de los sistemas ternarios que se estudian en este trabajo se determinaron a presión atmosférica mediante valoración y turbidimetría. Se prepararon mezclas con dos de los compuestos de los diferentes sistemas y se valoró dicha mezcla con el tercer compuesto. Las medidas de turbidez tomadas determinaron el punto de niebla de las mezclas, considerado como punto de la curva binodal. Asimismo se determinó la densidad en cada punto experimental de la curva binodal con el fin de utilizar los datos obtenidos en la determinación de composiciones de las rectas de reparto [12].

2.1.2. Rectas de reparto

Las rectas de reparto se llevaron a cabo en celdas de equilibrio. Una mezcla con cantidades conocidas de los tres compuestos se introdujo dentro de la celda y tras unas horas en agitación y posterior reposo, la mezcla se separó en dos fases. La determinación de la densidad de ambas fases y un análisis cromatográfico (cromatografía de gases de alta temperatura) de las mismas permitió conocer su composición [12].

2.2. Estudio cinético de la glicerolisis enzimática de aceite de sardina

La mezcla compuesta por aceite de sardina, glicerol y tert-alcohol (TB o TP), calculada previamente según los datos de equilibrio, se incubó a la temperatura adecuada en diferentes viales en un baño de agua con agitación orbital. La reacción se inicia con la adicción de la lipasa. A diferentes intervalos de tiempo se retira el vial correspondiente y se filtra la muestra para separar la lipasa y así parar la reacción. Las muestras filtradas se analizaron cromatográficamente para cuantificar los productos de reacción [7,11].

Se estudiaron variables del proceso tales como la relación molar de los sustratos (1, 3, 5 y 9 moles de glicerol por cada mol de aceite) con ambas enzimas. Con Lipozyme 435 se estudiaron también diferentes temperaturas (30, 40, 50 y 60°C) y diferentes cantidades de catalizador (2, 5 y 10%). En el caso de Lipozyme RM, al presentar un soporte hidrofílico, el estudio de la cantidad de agua que se debe añadir al sistema dependiendo de la cantidad de glicerol y alcohol presentes en el medio fue otro parámetro a evaluar. La influencia de todas estas variables en la cinética de las distintas reacciones enzimáticas con ambos disolventes concluyó las condiciones óptimas a las que se debe llevar a cabo la reacción para obtener un alto rendimiento de los productos deseados, los MG [7,11].

3. RESULTADOS

3.1. Equilibrio líquido-líquido del sistema aceite de sardina + glicerol + tert-alcohol

Las curvas binodales y las rectas de reparto para el sistema glicerol+aceite de sardina+tert-alcohol se midieron a 30 y 50°C. Existe una amplia región de dos fases que muestra una alta inmiscibilidad entre el glicerol y el aceite de sardina, incluso en presencia de los alcoholes terciarios. La información proporcionada por la curva binodal resulta necesaria para optimizar la cantidad de disolvente requerido para crear un sistema homogéneo que contenga los reactivos, glicerol y aceite de sardina, teniendo en cuenta la relación molar de reactivos para el sistema de glicerolisis. Se pudo observar que, el aumento de la temperatura de 30 a 50°C no se traduce en una disminución de la región bifásica. Este comportamiento se ha observado también para mezclas ternarias que contienen biodiesel y glicerol junto con diferentes alcoholes. Esto significa que la temperatura de reacción del sistema de glicerolisis se puede determinar en términos de parámetros cinéticos, en lugar de regirse por el aumento en la solubilidad de los reactivos. Además, si comparamos ambos disolventes vemos que a una temperatura dada, la región de una sola fase es mayor para el TP que para el TB [12].

Si evaluamos las líneas de reparto se puede observar que para el sistema de TB, la fase de glicerol es más rica en TB que la fase de aceite. Sin embargo, para el sistema ternario con TP, se observa lo contrario, la fase oleosa es más rica en el alcohol terciario que la fase glicerol; aunque en este caso la pendiente de la línea de reparto es menor que en el sistema con TB. Esto es debido a la diferente polaridad que tiene cada disolvente. Por último como se puede observar, el modelo NRTL (en inglés "nonrandom two-liquid activity coefficient model") fue capaz de describir con precisión el comportamiento de fase. Igualmente se comparó la composición experimental y la calculada de cada componente en cada una de las dos fases a partir de la raíz cuadrada de la varianza [12].

3.2. Efecto de los diferentes parámetros cinéticos en la glicerolisis enzimática de aceite de sardina en medio tert-alcohol

3.2.1. Glicerolisis catalizada por *Lipozyme 435 (Candida antarctica)*

Para determinar la relación molar de sustratos (glicerol:aceite de sardina) considerada como óptima, el efecto de ésta en la velocidad de reacción se estudió en tres niveles (1:1, 3:1 y 5:1) a 50 °C con 10% en peso de *Lipozyme 435* (en base a los sustratos) y con tert-pentanol como medio de reacción. La relación molar de sustratos puede influir en la reacción de diferentes maneras. Un aumento en la cantidad de glicerol aumentará la conversión teórica en el equilibrio, desplazándolo hacia la producción de MG. Por otro lado, un exceso de glicerol afectará a la polaridad, así como a la estabilidad del sistema. El rendimiento en MG para una relación molar de 1:1 fue alrededor del 60%. Sin embargo, hubo poca diferencia en el rendimiento de MG entre la relación 3:1 y 5:1, alcanzando en ambos casos alrededor del 90%. En base a estos resultados, la relación molar de sustratos que se consideró óptima fue la de 3:1 (glicerol:aceite de sardina) [7]. Este resultado está de acuerdo con estudios anteriores sobre glicerolisis con diferentes tipos de aceites. Zhu et al. [27] optaron por una relación molar de sustrato de 3:1, usando aceite de girasol alto oleico en una mezcla de TP y TB. Zhong et al. [25] seleccionaron 3,5:1 glicerol: aceite de soja en su estudio sobre la glicerolisis en TB/isopropanol (80:20). Pawongrat et al. [28] utilizaron metil tert-butil éter como disolvente y mostraron que la relación molar óptima de glicerol:aceite de atún para la producción de MG fue también de 3:1.

En el estudio con *Lipozyme 435*, también se evaluó el efecto de la cantidad de catalizador en la cinética de la reacción. Se compararon dos porcentajes de lipasa, 5 y 10% en base a los sustratos, para una relación molar de glicerol:aceite de sardina de 3:1. Como era de esperar, el rendimiento en MG aumentó con el aumento de la concentración de lipasa debido a un mayor número de sitios activos. La producción en MG fue alrededor del 90% (% libre de glicerol y TP) con un 10% de lipasa y de un 80% con un 5% de lipasa. La principal diferencia es que cuando se utiliza un 10% de lipasa, se alcanza el 80% de MG en menos de 30 minutos. Pero para lograr el mismo rendimiento de MG con 5% de lipasa, se necesitan 4 horas. Por lo tanto, la cantidad óptima del catalizador deberá ser evaluada desde un punto de vista económico, es decir evaluar por un lado lo que supone utilizar tiempos más largos de reacción y por otro el empleo de una mayor cantidad de enzima [7].

3.2.2. Glicerolisis catalizada por *Lipozyme RM (Rhizomucor miehei)*

El efecto que tiene la relación molar de sustratos en la velocidad de la reacción también se evaluó con la lipasa de *Rhizomucor miehei*, *Lipozyme RM* [11]. Se estudiaron relaciones molares de glicerol:aceite de sardina de 1:1, 3:1 y 5:1 a 50 °C, con un 10% de lipasa para ambos disolventes. En general, como ya hemos dicho, al aumentar la relación molar inicial de sustrato, la conversión en el equilibrio también se incrementa. Por ejemplo, el rendimiento de MG en una relación molar de 1:1 en medio tert-butanol fue del 50%, mientras que se alcanzaron valores de hasta el 75% en una relación molar de 5:1. Sin embargo y al igual que para la lipasa de *Candida antarctica*, hay poca diferencia en el rendimiento de MG entre la relación molar 3:1 y 5:1, llegando en ambos casos al 75% de MG para ambos disolventes. Basándose en estos resultados, la relación molar glicerol:aceite de sardina 3:1 fue seleccionada como óptima en este trabajo [11].

Al tratarse de un lipasa inmovilizada en un soporte hidrofílico, la cantidad de agua presente en el medio es una variable a estudiar. Diferentes cinéticas se realizaron variando la cantidad de agua añadida al sistema, desde un 4 a un 30% en peso, basado en el glicerol. Se estudió el efecto sobre el rendimiento de MG y de ácidos grasos libres (AGL) a las tres relaciones molares iniciales de glicerol: aceite (1:1, 3:1 y 5:1). Se observa una tendencia general, la cantidad de MG aumenta con el aumento del contenido de agua en el medio de reacción. Aunque también se puede ver que a partir de una cierta cantidad de agua añadida el rendimiento en MG disminuye al verse aumentada la formación de AGL. El mayor rendimiento de MG se obtuvo con la adición del 10 al 17% de agua, dependiendo de la relación molar sustrato [11].

En cuanto al disolvente utilizado, éstos pueden tener diferentes efectos en los sistemas de glicerolisis. Por un lado, como ya sabemos, ayudan a crear un sistema de reacción homogéneo y mejorar así la transferencia de materia mediante la reducción de la viscosidad de dichos sistemas. Pero si son disolventes muy polares, pueden contribuir a eliminar el agua esencial de la lipasa, es decir pueden disminuir su actividad e incluso inactivarla por completo. Los dos alcoholes terciarios, TB y TP utilizados en este trabajo, tienen polaridades diferentes. El "Log P" es uno de los parámetros más utilizados para relacionar las propiedades disolventes con la actividad enzimática. Teniendo en cuenta el valor de este parámetro para el TB y el TP (0,35 y 0,89, respectivamente), el TB resulta un poco más hidrofílico que el TP. Por lo tanto, se puede esperar que las reacciones con TB necesiten más agua en el medio que las reacciones con TP para obtener los mismos rendimientos en el mismo tiempo de reacción. Es decir, las velocidades de reacción con TB como disolvente son más lentas que con TP para todos los experimentos estudiados con las diferentes cantidades de agua añadida. Sin embargo, el rendimiento en el equilibrio de MG fue del mismo orden para ambos tert-alcoholes. Además, la producción de AGL fue similar para ambos medios de reacción [11].

4. CONCLUSIONES

Se ha estudiado el Equilibrio Líquido-Líquido (ELL) para sistemas que contienen aceite de sardina, glicerol y alcoholes terciarios como disolventes orgánicos. En concreto, se determinaron tanto las curvas binodales como las rectas de reparto para los sistemas ternarios: glicerol + aceite de sardina + TB y glicerol + sardina aceite + TP a 30 y a 50°C. La región bifásica no parece reducirse significativamente con el aumento moderado de temperatura en el rango estudiado en este trabajo. Además se observa que la región miscible es mayor para TP que para TB. La fiabilidad de los datos se verificó mediante la correlación Othmer-Tobías. Así como el modelo de coeficiente de actividad NRTL fue capaz de describir el equilibrio líquido-líquido para los dos sistemas estudiados con una desviación inferior al 1%. Los datos experimentales presentados resultan de gran interés a la hora de diseñar un sistema homogéneo de glicerolisis [12].

En base a estos resultados, se llevaron a cabo cinéticas enzimáticas con dos lipasas diferentes, Lipozyme 435 y Lipozyme RM. Para ambas lipasas la relación molar de sustratos glicerol:aceite de sardina considerada óptima fue de 3:1. También en ambos casos la cantidad de catalizador optimizada es del 10% en base al peso de los sustratos y la temperatura de 50°C. En el caso de Lipozyme RM se llega a un rendimiento del 70% de MG. Sin embargo al requerir la adición de agua, (establecida en

un 12% en base al glicerol), se forma una cantidad un tanto elevada de AGL (18%). Por el contrario, con Lipozyme 435 la producción de MG alcanza el 90% tanto con TB como con TP y con una cantidad de AGL menor al 4% [7,11].

Es decir, se concluye que la enzima de *Candida antarctica*, Lipozyme 435, es mejor catalizador en estos sistemas de glicerolisis que Lipozyme RM, ya que produce un mayor rendimiento en MG, nuestro producto de interés, en tiempos cortos de reacción (3 horas) y con muy poca producción de AGL. Por lo tanto, será el catalizador elegido para llevar a cabo la reacción de glicerolisis a las condiciones establecidas pero a una mayor escala para continuar así este trabajo de investigación. Además en una siguiente fase se estudiarán diferentes técnicas de fraccionamiento en la separación de los MG que contienen AGPI. Así mismo se evaluarán otros posibles medios de reacción como el CO₂ supercrítico o el uso de surfactantes en la glicerolisis de aceite de sardina.

REFERENCIAS

- [1] De Deckere, E. A. M., Korver, O., Verschuren, P. M., & Katan, M. B. (1998). Health aspects of fish and n-3 polyunsaturated fatty acids from plant and marine origin. *European Journal of Clinical Nutrition*, 52(10), pp. 749-753.
- [2] Nichols, P. D., McManus, A., Krail, K., Sinclair, A. J., & Miller, M. (2014). Recent advances in omega-3: Health benefits, Sources, Products and bioavailability. *Nutrients*, 6(9), pp. 3727-3733.
- [3] Breivik, H., Haraldsson, G. G., & Kristinsson, B. (1997). Preparation of highly purified concentrates of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 74(11), pp. 1425-1429.
- [4] Sidhu, K. S. (2003). Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 38(3), pp. 336-344.
- [5] Solaesa, Á. G., Bucio, S. L., Sanz, M. T., Beltrán, S., & Rebolleda, S. (2014). Characterization of Triacylglycerol Composition of Fish Oils by Using Chromatographic Techniques. *Journal of Oleo Science*, 63(5), pp. 449-460.
- [6] Farvin, K. H. S., & Surendraraj, A. (2012). Utilization of marine lipids for the production of PUFA, squalene, wax esters and biodiesel for commercial application. In *Fish Oil: Production, Consumption and Health Benefits*, (pp. 403-444).
- [7] Solaesa, Á. G., Sanz, M. T., Falkeborg, M., Beltrán, S., & Guo, Z. (2016). Production and concentration of monoacylglycerols rich in omega-3 polyunsaturated fatty acids by enzymatic glycerolysis and molecular distillation. *Food Chemistry*, 190, pp. 960-967.
- [8] Hernandez, E. M. (2014). Issues in fortification and analysis of omega-3 fatty acids in foods. *Lipid Technology*, 26(5), pp. 103-106.
- [9] Feltes, M. M. C., de Oliveira, D., Block, J. M., & Ninow, J. L. (2013). The Production, Benefits, and Applications of Monoacylglycerols and Diacylglycerols of Nutritional Interest. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1), pp. 17-35.
- [10] Damstrup, M. L., Jensen, T., Sparsø, F. V., Kiil, S. Z., Jensen, A. D., & Xu, X. (2005). Solvent optimization for efficient enzymatic monoacylglycerol production based on a glycerolysis reaction. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 82(8), pp. 559-564.

- [11] Solaesa, Á. G., Sanz, M. T., Melgosa, R., Bucio, S. L., & Beltrán, S. (2015). Glycerolysis of sardine oil catalyzed by a water dependent lipase in different tert-alcohols as reaction medium. *Grasas y Aceites*, 66(4), pp.
- [12] Solaesa, Á. G., Bucio, S. L., Sanz, M. T., Beltrán, S., & Rebolleda, S. (2013). Liquid-liquid equilibria for systems glycerol+sardine oil+tert-alcohols. *Fluid Phase Equilibria*, 356, pp. 284-290.
- [13] Boyd, L. C., King, M. F., & Sheldon, B. (1992). A rapid method for determining the oxidation of n-3 fatty acids. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 69(4), pp. 325-330.
- [14] Martín, D., Terrón, A., Fornari, T., Reglero, G., & Torres, C. F. (2012). Oxidative stabilization of ultra-high omega-3 concentrates as ethyl esters or triacylglycerols. *Food Research International*, 45(1), pp. 336-341.
- [15] Lawson, L. D., & Hughes, B. G. (1988). Human absorption of fish oil fatty acids as triacylglycerols, free acids, or ethyl esters. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 152(1), pp. 328-335.
- [16] Nordøy, A., Barstad, L., Connor, W. E., & Hatcher, L. (1991). Absorption of the n-3 eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids as ethyl esters and triglycerides by humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, 53(5), pp. 1185-1190.
- [17] Gámez-Meza, N., Noriega-Rodríguez, J.A., Medina-Juárez, L.A., Ortega-García, J., Monroy-Rivera, J., Toro-Vázquez, F. J., García, H. S., & Angulo-Guerrero, O. (2003). Concentration of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid from fish oil by hydrolysis and urea complexation. *Food Research International*, 36(7), pp. 721-727.
- [18] Martín Valverde, L., González Moreno, P. A., Rodríguez Quevedo, A., Hita Peña, E., Jiménez Callejón, M. J., Esteban Cerdán, L., Molina Grima, E., & Robles Medina, A. (2012). Concentration of docosahexaenoic acid (DHA) by selective alcoholysis catalyzed by lipases. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(9), pp. 1633-1645.
- [19] Bornscheuer, U. T. (1995). Lipase-catalyzed syntheses of monoacylglycerols. *Enzyme and Microbial Technology*, 17(7), pp. 578-586.
- [20] Damstrup, M. L., Jensen, T., Sparsø, F. V., Kiil, S. Z., Jensen, A. D., & Xu, X. (2006). Production of heat-sensitive monoacylglycerols by enzymatic glycerolysis in tert-pentanol: Process optimization by response surface methodology. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 83(1), pp. 27-33.
- [21] Fregolente, P. B. L., Pinto, G. M. F., Wolf-Maciel, M. R., & Filho, R. M. (2010). Monoglyceride and diglyceride production through lipase-catalyzed glycerolysis and molecular distillation. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 160(7), pp. 1879-1887.
- [22] Zhong, N., Cheong, L. Z., & Xu, X. (2014). Strategies to obtain high content of monoacylglycerols. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 116(2), pp. 97-107.
- [23] Li, W., Du, W., Li, Q., Li, R. w., & Liu, D. (2010). Dependence on the properties of organic solvent: Study on acyl migration kinetics of partial glycerides. *Bioresource Technology*, 101(15), pp. 5737-5742.

- [24] Rendón, X., López-Munguía, A., & Castillo, E. (2001). Solvent engineering applied to lipase-catalyzed glycerolysis of triolein. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78(10), pp. 1061-1066.
- [25] Zhong, N., Li, L., Xu, X., Cheong, L., Li, B., Hu, S., & Zhao, X. (2009). An Efficient Binary Solvent Mixture for Monoacylglycerol Synthesis by Enzymatic Glycerolysis. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86(8), pp. 783-789.
- [26] Damstrup, M. L., Abildskov, J., Kiil, S., Jensen, A. D., Sparsø, F. V., & Xu, X. (2006). Evaluation of binary solvent mixtures for efficient monoacylglycerol production by continuous enzymatic glycerolysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(19), pp. 7113-7119.
- [27] Zhu, Q., Li, T., Wang, Y., Yang, B., & Ma, Y. (2011). A two-stage enzymatic process for synthesis of extremely pure high oleic glycerol monooleate. *Enzyme and Microbial Technology*, 48(2), pp. 143-147.
- [28] Pawongrat, R., Xu, X., & H-Kittikun, A. (2008). Physico-enzymatic production of monoacylglycerols enriched with very-long-chain polyunsaturated fatty acids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(2), pp. 256-262.

LA REPATRIACIÓN DE MENORES NO ACOMPAÑADOS. UN ANÁLISIS A LA LUZ DE LOS ACUERDOS DE READMISIÓN SUSCRITOS POR ESPAÑA

ALEJANDRA GERMÁN DOLDÁN

Universidad de Burgos

RESUMEN

Dentro de las corrientes migratorias que intentan entrar en la fortaleza europea, encontramos a un grupo con características propias: la emigración de los menores de edad no acompañados. Este colectivo tiene una especificidad motivada por su doble condición de menores de edad e inmigrantes, por lo cual su regulación jurídica se encuadra en las leyes que establecen como prioritario el interés superior del menor y en las particularidades establecidas por la normativa sobre extranjería.

El objetivo del presente trabajo es analizar la política de retorno que se lleva a cabo por España a través de los acuerdos de readmisión bilaterales suscritos. Por último, contraponer esa gran importancia política dada a estos instrumentos con las estadísticas de retorno efectivo, de manera de poder observar si éstas respaldan una política cuantitativamente eficaz o por el contrario si las políticas seguidas con este colectivo han sido hasta la fecha cuantitativamente ineficaces y no han podido asegurar que el niño, niña o adolescente no haya vuelto a intentar emigrar nuevamente al cabo de un tiempo.

Palabras clave: Menores de edad no acompañados, repatriación, acuerdos de readmisión, España.

ABSTRACT

Within migration flows attempting to enter Fortress Europe, we found a group with its own characteristics: the Migration of Foreign Unaccompanied Minors. This group has a specificity motivated by his dual minors and immigrants, so their legal regulation falls within the laws establishing as a priority the interests of the child and the special rules established by foreigners law.

The aim of this paper is to analyze the return policy is carried out by Spain through the existing bilateral readmission agreements. Finally, we contrast the great political importance given to readmission agreements with effective return statistics, so we can observe whether they support a quantitatively effective policy the policies pursued in this group have so far been quantitatively ineffective and have failed to ensure that the child or adolescent has not tried to emigrate again after a while.

Keywords: Foreign Unaccompanied Minors, Repatriation, readmission agreements, Spain.

1. INTRODUCCIÓN

Por la posición estratégica, sus más de ocho mil kilómetros de costa, buena parte de ellos a escasas millas del continente africano, así como la característica de ser el único país de la Unión Europea que extiende sus fronteras en África, España posee una de las fronteras más difíciles de gestionar. Junto con Marruecos comparten un rasgo fundamental, y es su posición de puertas de entrada y salida: España la puerta de entrada de Europa y Marruecos la puerta de salida de África. Y un segundo elemento en común, este último más reciente y motivado por la crisis «económica» que atraviesa España y es que ambos se han convertido principalmente en lugares de paso: Marruecos en la servidumbre obligatoria en el viaje a suelo europeo[1] y España como país de tránsito para desplazarse a las metrópolis de las colonias anglófonas y francófonas o allí donde hay actualmente oportunidades laborales. Los movimientos migratorios que entre ambas se producen, son recogidos y cubiertos asiduamente por los medios de comunicación y son los más presentes en el debate político, aunque representan entre el 10 y el 15 % de la inmigración irregular total que ingresa a España[2].

Dentro de estas corrientes migratorias que intentan entrar en la fortaleza europea, encontramos a un grupo con características propias: la emigración de los menores de edad no acompañados (MENAs), al cual se define como aquel *“extranjero menor de dieciocho años que llegue a territorio español sin venir acompañado de un adulto responsable de él, ya sea legalmente o con arreglo a la costumbre, apreciándose riesgo de desprotección del menor; mientras tal adulto responsable no se haya hecho cargo efectivamente del menor; así como a cualquier menor extranjero que una vez en España se encuentre en aquella situación”*¹.

Desde finales de los años 90 se viene produciendo en el sur de España este tipo de migración específica y de perfiles muy homogéneos (varones marroquíes)[3] y es en el transcurso del año 2003 cuando comienza a aumentar el número de menores que llegan en pateras, novísima variante que pasó a denominarse «la paterización» de la

¹ En España se considera menor extranjero no acompañado al nacional de un Estado no miembro de la Unión Europea o al apátrida menor de dieciocho años que llega a su territorio sin estar acompañado de un adulto responsable, ya sea legalmente o con arreglo a los usos y costumbres, Real Decreto 557/2001 en su art. 189. También se considera menor extranjero no acompañado al menor que queda sin la compañía del adulto responsable después de su llegada a España. Artículo 2-f de la Directiva 2001/55/CE, de 20 de julio. Este concepto de menor extranjero no acompañado también está recogido en el artículo 1 de la Resolución del Consejo 97/C 221/03, de 26 de junio; en el artículo 19 la Directiva del Consejo 2003/9/CE, de 27 de enero; en el artículo 2-f de la Directiva 2004/81/CE, de 29 de abril; en el artículo 2-i de la Directiva 2004/83/CE, de 29 de abril; en el artículo 17 de la Directiva 2005/85/CE, de 1 de diciembre. El Protocolo Marco sobre determinadas actuaciones en relación con los Menores Extranjeros No Acompañados aprobado en octubre de 2014 amplía el concepto, ampliando su aplicación a: A) Los menores extranjeros que se encontraran en situación de riesgo por haber entrado de manera clandestina o subrepticia en territorio nacional o pretendieren traspasar los puestos fronterizos españoles en unión de un adulto que, aparentando ser su progenitor, pariente o responsable del niño, no aporte documentación veraz o fiable del vínculo alegado, y además se aprecie un peligro objetivo para la protección integral del menor. B) Menores extranjeros que se hallaren en situación de patente desamparo o desprotección, significadamente por padecer riesgo de sometimiento a redes de trata de seres humanos. C) Menores extranjeros que como polizones se hallen a bordo de un buque, nave o aeronave que se encuentre en un puerto o aeropuerto español. Resolución de 13 de octubre de 2014, de la Subsecretaría, por la que se publica el Acuerdo para la aprobación del Protocolo Marco sobre determinadas actuaciones en relación con los Menores Extranjeros No Acompañados, BOE N° 251 de 16.10.2014.

migración de menores. En cuanto a sus motivaciones migratorias son principalmente económicas, pues obedecen a una falta de expectativas de futuro en su país y la necesidad de obtener ingresos para subsistir[4], si bien en el caso de las niñas, apunta Torrado, aparecen proyectos de otra naturaleza, como la oposición a las tradiciones y restricciones de género (matrimonios forzados, ablación, restricciones para su formación) y por lo tanto buscan evadirse del control de sus redes sociales y familiares[5].

Este colectivo de MENAs presenta diferencias respecto al resto de migrantes, en atención a la especificidad motivada por su doble condición de menores de edad e inmigrantes, de manera que su regulación jurídica estará enmarcada en las leyes que establecen como prioritario el interés superior del menor y en las particularidades establecidas por la normativa sobre extranjería. Esta doble conceptualización traerá aparejada una doble valoración social: como víctimas del sistema (y por tanto deberán ser protegidos) o como sujetos criminalizados por su irregularidad administrativa y características de precariedad económica[6].

2. LA REPATRIACIÓN

Tratándose este colectivo de menores y jóvenes que aún no han alcanzado la mayoría de edad, el ordenamiento jurídico no reacciona ante su presencia en territorio español con la misma intensidad con la que responde si los inmigrantes son personas adultas. Así lo recoge el texto constitucional al asignar a los poderes públicos la protección de los menores de edad en su art. 39.4 y en este sentido lo recoge la *Ley Orgánica 4/2000, de 11 de enero, sobre derechos y libertades de los extranjeros en España y su integración social* (LOEx). Mientras que para los adultos se prevén las figuras del rechazo en frontera, prohibición de entrada, devolución y expulsión, la equivalente situación de un MENA que ha llegado a España sin cumplir con los requisitos legalmente exigidos para ello, no es tipificado como infracción, ni en principio, sancionada.

El tratamiento que recibe es diferente, por cuanto la LOEX refiere que la principal finalidad del retorno a su país de origen es reagruparlo con su familia o con las instituciones de protección de menores con base en el *interés superior* de esta niña o niño (art. 35.5 LOEx). Se pretende proteger así al menor en aplicación de la prevalencia de su interés superior que se identifica legalmente, a priori, con su *repatriación*[7]. Esta figura jurídica revestiría por tanto, una especial naturaleza jurídica, que la diferenciara del resto de medidas de alejamiento pues tendría una función tuitiva del menor, al pretender con su retorno devolverlo a su familia o reintegrarlo en los servicios de protección de su país de origen. Intencionalidad de la ley que no puede dejar de leerse a la luz de las Observaciones Generales N° 6 y N° 14 del Comité de Derechos del Niño, adoptadas respectivamente el 1 de septiembre de 2005 y el 1 de febrero de 2013, y en las que se pone «de manifiesto la situación particularmente vulnerable de los menores no acompañados» y se establece que «el concepto de interés superior del menor es complejo y su contenido se debe determinar caso por caso». Motivo por el cual, el retorno debería ser valorado individualmente para determinar si es favorable a los intereses del menor y no a priori partir de que siempre la repatriación se hace en su interés.

La repatriación está prevista en el art. 35 de la LOEx y consiste en *retornar a su país de origen, o aquel donde se encontrasen sus familiares a aquel menor de edad no acompañado que se encontrase en España, de acuerdo con el principio del interés superior del menor*. Es en el Título XI del Real Decreto (RD) 557/2011, de 20 de abril,

por el que se aprueba el Reglamento de la Ley Orgánica 4/2000, sobre derechos y libertades de los extranjeros en España y su integración social, tras su reforma por Ley Orgánica (LO) 2/2009, donde se desarrolla por primera vez en detalle el procedimiento de repatriación, fijando al sujeto pasivo y regulando el procedimiento para proceder a su retorno. Resulta oportuno referir que la reforma operada por la LO 2/2009 señala en su Preámbulo (Ap. VII), la atención que merecen *“las modificaciones que se realizan en relación a la integración de los menores extranjeros no acompañados, que propician un mejor tratamiento de la situación del menor; y que van, desde la posibilidad de su repatriación al país de origen, hasta garantizar, cuando ésta no resulte la respuesta idónea, las mejores condiciones para asegurar la plena integración de los mismos en la sociedad española, que debe ser un objetivo expreso del conjunto de las políticas llevadas a cabo por las distintas Administraciones públicas”*. Si bien operan varias modificaciones en cuanto a menores², en lo que a repatriación refiere, hay una línea de continuidad con la regulación anterior y especialmente la prevista en el RD 2393/2004 y el actual RD 557/2011, ya que se sigue priorizando el regreso del menor como primera opción, identificando esto como «interés superior», amén del mantenimiento de un “enfoque centrado en la prevención de la migración en origen de este colectivo de inmigrantes y en la búsqueda de soluciones duraderas, dentro de las cuales, el retorno asistido y la reintegración del menor en el país de origen constituyen una opción prioritaria por parte del legislador español”[8].

En el sistema español, al igual que en el resto de Europa, el «interés superior del menor» se difumina y se lo presenta y legisla a través del prisma de la extranjería. Ello se hace en ocasiones a partir de detenciones y devoluciones inmediatas de los menores en frontera o bien a partir del establecimiento de exámenes médicos o de otra índole que tienen como objetivo cuestionar los estatutos de minoridad que no están suficientemente acreditados documentalmente o, aun estándolo, despiertan algún tipo de sospecha[8]. En tanto la protección está ligada a la situación de minoría de edad y salvo excepciones (Francia y, sobre todo, Reino Unido), ésta suele interrumpirse de forma brusca al cumplir 18 años, ya adulto, el joven no acompañado pasa a ser solamente un extranjero y, en la inmensa mayoría de los casos, experimenta una regresión caracterizada por la vuelta a una situación de clandestinidad.

En los últimos años ha sido motivo de intenso debate la aplicación de medidas de alejamiento a los menores de edad, con especial consideración del segmento de los no acompañados, ya que la política europea y la española, ha sido la de *“responder a esta forma de movilidad dando prioridad a su tratamiento desde el prisma de la extranjería y el asilo en detrimento de la protección del menor”*[9]. Criticada ha sido esta línea de legislar ya que al hablar de menores de edad, no cabría hacerse distinción entre nacionales y no nacionales, puesto que *“al menos en la teoría, en España todos los menores gozan de los derechos y la protección que reconoce la Constitución, los Tratados Internacionales de los que España sea parte (...), sin ningún tipo de discriminación”*. Por tanto, en el caso de estos menores en situación de riesgo, desamparo o dificultad social entendemos debería primar la minoridad sobre la extranjería y no

² Así por ejemplo se produce un cambio de rumbo cuando el DR 2393/2004 modifica el RD 864/2001 que regulaba la LOEx introduciéndose una modificación, introduciéndose el concepto de “menores extranjeros no acompañados” en lugar del de “menores en situación de desamparo” (art. 62) que hasta entonces designaba a esta categoría de inmigrantes. Lo que parece una vuelta de tuerca más en orden a no considerar automáticamente la situación de desamparo de estos menores, sino necesaria de prueba.

al revés, pues una línea de actuación contraria, mostraría un progresivo acercamiento entre el régimen jurídico de las personas adultas y los menores.

2.1. Evolución jurídica del procedimiento de la repatriación

Una revisión del entramado normativo, nos permite observar que la regulación de la situación jurídica de los menores ha sido más bien residual, pudiéndose citar como único instrumento comunitario consagrado específicamente a este colectivo, aunque de carácter no vinculante, la Resolución del Consejo de 26 de junio de 1997, concentrándose en cualquier caso tan solo en la dimensión de extranjería. El resto de la normativa de carácter vinculante, en palabras de Senovilla, “*se limita a adaptar y suavizar ligeramente, asumiendo la situación de vulnerabilidad en que se encuentran los menores no acompañados, las normas de corte restrictivo que se han previsto con carácter general para los solicitantes de asilo y extranjeros adultos*”[10].

En el ámbito nacional, el RD 155/1996 que regulaba la LO 7/1985 de 1 de julio, sobre derechos y libertades de los extranjeros en España³, preveía una prohibición expresa de expulsión de los menores en situación de desamparo establecida en su art. 13.1 en los siguientes términos:

Quando se trate de menores en situación de desamparo en los términos establecidos en la legislación civil (...) En ningún caso, estos menores podrán ser objeto de las medidas de expulsión previstas en el artículo 26.1 de la Ley Orgánica 7/1985 y en este Reglamento (...).

Esta prohibición expresa, permitía claramente diferenciar la figura de la repatriación del menor de la de otros instrumentos que la Ley de Extranjería establecía para el alejamiento del territorio español de los adultos. Con ella, también se “*fortaleció la idea de que la repatriación no respondía al legítimo interés estatal por controlar los flujos migratorios sino a la ejecución del mandato constitucional de velar por su protección de modo que, desde un primer momento, se estimó que, aunque la repatriación comporta el regreso físico del menor, las razones a las que obedecía no residían en la necesidad de alejarlo del territorio sino a la obligación de acercarlo a su familia, de reagruparlo con sus familias y protegerlo*”[11]. En la actual LOEx, no se ha mantenido tal norma, que de manera expresa prohíba expulsar de España a los menores de edad, aunque en general se establece que “*la laguna es interpretada de forma casi unánime a favor de la prohibición de expulsión de menor, de acuerdo con el mandato constitucional de protección a la infancia*”[12], no obstante, lo cierto es que la intención es repatriarlos sistemáticamente, o al menos eso se procura.

Es durante el año 2003 cuando comienza a aumentar el número de menores que llegan en pateras, empujados por la falta de expectativas de futuro en su país y como parte también de un proyecto migratorio familiar en el cual se prioriza la decisión de que el hijo varón menor de edad sea el que emprenda la migración, ante una menor posibilidad de ser devuelto[13]. Este aumento de las llegadas, fue la motivación para que desde diferentes sectores y esgrimiendo diferentes razones –materiales, económicas, legales, etc. –, se defendiera la necesidad de la expulsión de estos menores[14]. Ejemplo que encontramos en la *Instrucción 3/2003 de la Fiscalía General del Estado*,

³ Real Decreto 155/1996, de 2 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de ejecución de la Ley Orgánica 7/1985, BOE N° 47 del 23.2.1996.

sobre la procedencia del retorno de los extranjeros menores de edad que pretendan entrar ilegalmente en España y en quienes no concurra la situación jurídica de desamparo, la cual prioriza el carácter de inmigrantes ilegales y desdibuja su condición de menores. Se argumentó que en la medida en que el menor extranjero no se encuentra en situación de desamparo por cuanto están prácticamente “emancipados” y viven de forma independiente, se le puede aplicar las mismas medidas de alejamiento que para los adultos. Nada más lejos de la realidad, dice Jiménez, “justamente estos menores son los más desprotegidos, por el fracaso escolar, por las tempranas experiencias laborales, por creer que la solución «está fuera»”[15].

Un año después, a través de la *Instrucción 6/2004 sobre tratamiento jurídico de los menores extranjeros inmigrantes no acompañados*, la Fiscalía dejó la referida Instrucción 3/2003 sin efecto, por entender que su interpretación no se coherencia con el principio general de prevalencia del interés superior del menor y por ser contradictoria con anteriores pronunciamientos de la propia Fiscalía en cuanto a la definición del tratamiento jurídico aplicable a estos menores⁴. Sin embargo, de su lectura se observa que se mantiene la posibilidad de repatriar a menores de edad, no ya fundamentada en una *supuesta* emancipación respecto de su familia de quien ha cruzado el estrecho en patera o ha llegado en los bajos de un camión, sino basado ahora en una acreditación *fehaciente* de esa emancipación, sin esclarecer que debe entenderse con este término⁵; porque tal como establece la Instrucción: “debe intentarse la repatriación del menor”.

Estos criterios permiten concluir que España sigue la línea acordada en los lineamientos europeos, marcados en la *Directiva 118/2005 sobre retorno de los nacionales de terceros países en situación irregular* cuya finalidad es establecer “un conjunto horizontal de normas aplicable a todos los nacionales de terceros países que no cumplen o han dejado de cumplir las condiciones de entrada, estancia o residencia de un Estado miembro”⁶. Se trata de una Directiva en la cual se incluye en su Capítulo II dentro del régimen general, el art. 10 titulado “Retorno y expulsión de menores no acompañados” en cuyo apartado 2 se establece:

Antes de expulsar del territorio de un Estado miembro a un menor no acompañado, las autoridades de ese Estado miembro se cerciorarán de que será entregado a un miembro de su familia, a un tutor designado o a unos servicios de acogida adecuados en el Estado de retorno.

Ello sin perjuicio de establecer en su Preámbulo que la Directiva se aplicará en consonancia con la Convención sobre los Derechos del Niño. Permea de la redacción, sobre todo del lenguaje utilizado, la falta de rigor y el que sea el interés superior del

⁴ Instrucción 6/2004, de 26 de noviembre, sobre tratamiento jurídico de los menores extranjeros inmigrantes no acompañados, p. 4.

⁵ En el sistema jurídico español la emancipación tiene lugar, de acuerdo al Art. 314: 1º. Por la mayor edad. 2º. Por el matrimonio del menor. 3º. Por concesión de los que ejerzan la patria potestad. 4º. Por concesión judicial. Art. 317: “Para que tenga lugar la emancipación por concesión de quienes ejerzan la patria potestad se requiere que el menor tenga dieciséis años cumplidos y que la consienta. Esta emancipación se otorgará por escritura pública o por comparecencia ante el Juez encargado del Registro”.

⁶ Directiva 2008/115 de 16 de diciembre de 2008 relativa a normas y procedimientos comunes en los Estados miembros para el retorno de los nacionales de terceros países en situación irregular, DOUE L 348 de 24.12.2008. Su finalidad se encuentra en el Preámbulo (Ap. 5 y 20) y Art. 1.

menor el paraguas sobre el cual se cobija a los MENAs. La expresión “antes de expulsar se cerciorará” consideramos debería ser expresado de una manera más prolija considerando el sujeto pasivo; es decir, no debería iniciarse el procedimiento de expulsión si el menor no tiene quien le acoja, requisito que si recoge la LOEx española en los siguientes términos: “[l]a Administración del Estado solicitará informe sobre las circunstancias familiares del menor a la representación diplomática del país de origen con carácter previo a la decisión relativa a la iniciación de un procedimiento sobre su repatriación” (Art. 35.5). La normativa española también acota más a quien puede repatriarse el menor, circunscribiéndolo a familiares o servicios de protección de menores, mientras que la UE lo amplía permitiendo que sea un tutor designado o servicios de acogida adecuados en el Estado de retorno⁷.

Ahora bien, una vez que se ha resuelto judicialmente el retorno del menor a su país de origen a través de la figura de la repatriación se requerirá de la readmisión, entendida como el procedimiento que se pone en marcha a partir del dictado de una orden de alejamiento y que implica el hecho material del traslado de la persona desde territorio español hasta el país de origen o de tránsito y la aceptación de éste. De allí que el traslado hasta la frontera y el traspaso físico de ésta por parte del MENA lo entendamos como algo distinto de la figura de la repatriación. Constituye la contrapartida de la medidas de alejamiento y su finalidad última será culminar con éxito esa orden dictada en España, al ser “un elemento de cierre del sistema”[16]. Las partes pueden acordar cooperar en asuntos de readmisión sin necesidad de formalizarlo o a través de acuerdos de readmisión.

3. CONVENIOS DE COOPERACIÓN EN EL ÁMBITO DE LA READMISIÓN DE MENORES DE EDAD

El Preámbulo de la Directiva 115/2008 enuncia en su párrafo séptimo que para facilitar el retorno “*resulta necesario que existan acuerdos de readmisión comunitarios y bilaterales con terceros países, puesto que la cooperación internacional con los países de origen en todas las fases del proceso de es un requisito previo y fundamental para la consecución de un retorno sostenible*”. En el ámbito nacional, la *Ley Orgánica 2/2009 sobre derechos y libertades de los extranjeros en España y su integración social* incorpora la posibilidad de firmar acuerdos de readmisión para facilitar estos retornos de menores, otorgándoles incluso a las Comunidades Autónomas esta posibilidad. Los primeros dos apartados del art. 35 de la LOEx, modificado por la referida Ley, comienza exponiendo la intención del Gobierno de promover la firma de acuerdos de colaboración con los países de origen para el retorno de los MENAS en los siguientes términos:

1. El Gobierno promoverá el establecimiento de Acuerdos de colaboración con los países de origen que contemplen, integradamente, la prevención de la inmigración irregular, la protección y el retorno de los menores no acompañados. Las Comunidades Autónomas serán informadas de tales Acuerdos.

⁷ Artículo 10: Retorno y expulsión de menores no acompañados. (...) 2. Antes de expulsar del territorio de un Estado miembro a un menor no acompañado, las autoridades de ese Estado miembro se cerciorarán de que será entregado a un miembro de su familia, a un tutor designado o a unos servicios de acogida adecuados en el Estado de retorno.

2. Las Comunidades Autónomas podrán establecer acuerdos con los países de origen dirigidos a procurar que la atención e integración social de los menores se realice en su entorno de procedencia. Tales acuerdos deberán asegurar debidamente la protección del interés de los menores y contemplarán mecanismos para un adecuado seguimiento por las Comunidades Autónomas de la situación de los mismos. (...)

El apartado 1, en la cual se encuentra esta previsión recibió varias enmiendas, que consideraban que promover acuerdos de readmisión, ya estaba recogido como principio orientador de la política migratoria en el artículo 2 bis, letra h), por lo que por una cuestión técnica, debía ser suprimido⁸. Pero tanto su ubicación como su mantenimiento a pesar de las enmiendas propuestas resulta significativa en la medida en que, como lo expresó SOS Racismo “*supone toda una declaración de intenciones en el sentido de reafirmar la intención del gobierno de evitar por todos los medios el flujo migratorio de menores y equipararlo ya de forma explícita en tratamiento a los mayores y por tanto a la pura y dura política de extranjería: control y repatriaciones*”[17].

En el modelo de acuerdo a firmar con los países de origen se propone tratar de manera integrada: la prevención de la inmigración irregular, la protección de los menores y su retorno. Se explicita además la posibilidad de que las Comunidades Autónomas acuerden con los países de origen acuerdos para que la integración y atención social del menor se realice en su lugar de procedencia, debiendo estos acuerdos «asegurar debidamente» la protección del interés de esos menores y establecerán mecanismos para seguir adecuadamente la situación de esos menores en sus lugares de origen, algo que queda por determinar, ya que ¿cómo podría por ejemplo, exigir España a Marruecos que diera atención a estos menores repatriados? Y si el país receptor no cumple con esta obligación, ¿cuál serían las medidas a adoptar por España, cuando ella misma se ha impuesto el asegurar debidamente la protección de los intereses de estos menores? Preguntas que quedan sin respuestas y que confirman la dificultad – cuando no imposibilidad–, de dar cumplimiento a estos mandatos autoimpuestos. Si esto lo enfrentamos además a que la intención última de tales proyectos es prevenir la migración, es tipo de esfuerzos no llegarán a buen puerto, pues que la finalidad última “pervierte los resultados positivos que se pueden obtener”, como lo ejemplifican los que se han llevado a cabo⁹.

Este mandato también se lo impuso la UE a través de su *Plan de acción sobre los menores no acompañados (2010-2014)* al entender que “la asistencia a los menores debería ser un proceso continuo y estable que incluyera la fase de retorno y post-retorno (...) realizar(ndo) un trabajo sobre el terreno para convencer a las familias y comunidades a acoger favorablemente el retorno del menor, así como para prevenir

⁸ Así lo consideraron el Grupo Parlamentario Mixto, Grupo Parlamentario Vasco y Grupo Parlamentario de Esquerra Republicana, Izquierda Unida e Iniciativa per Catalunya Verds. BOCG Congreso de los Diputados IX Legislatura, Serie A Proyectos de Ley N° 31-8 de 9.10.2009: Enmiendas. 121/000032 Proyecto de Ley Orgánica de reforma de la Ley Orgánica 4/2000, de 11 de enero, sobre derechos y libertades de los extranjeros en España y su integración social, pp. 19, 96 y 143.

⁹ Ejemplos de estos proyectos son “Pourquoi je veux immigrer?” (¿Por qué quiero emigrar?), disponible en: <http://www.tanmia.ma/fr/component/search/?searchword=%E2%80%9CPorquoi%20je%20veux%20imm&searchphrase=all&Itemid=435> Consultado el 18.2.2015 o el Proyecto SALEM (Solidaridad con I minori del Marocco) realizado por la Organización Internacional para las Migraciones, disponible en: <http://www.irpps.cnr.it/system/files/LocandinaOim.pdf> Consultado el 18.2.2015.

la estigmatización y victimización en caso de trata de seres humanos”¹⁰. Dado que nuestro tema son los acuerdos de readmisión, cabe dejar consignado la falta de desarrollo de este artículo 35 por parte del DR 557/2011 que reglamenta la LO 4/2000; ya que deja sin determinar la manera en que las Comunidades Autónomas procederán a negociar y firmar estos acuerdos con los países de origen dirigidos a procurar que la atención e integración de los menores se realice en su entorno de procedencia, teniendo en cuenta los arts. 149.1.3 y 97 de la Constitución Española (CE) y sus diferentes interpretaciones¹¹.

A nivel bilateral, España ha suscrito Acuerdos de Readmisión para retornar a los MENAs con tres países:

- a) *Acuerdo entre el Reino de España y el Reino de Marruecos sobre cooperación en el ámbito de la prevención de la emigración ilegal de menores no acompañados*, su protección y su retorno concertado, hecho en Rabat el 6 de marzo de 2007 (BOE N° 70 de 22 de marzo de 2013).
- b) *Acuerdo entre Rumania y España sobre cooperación en el ámbito de la protección de los menores de edad rumanos no acompañados en España, su repatriación y lucha contra la explotación de los mismos*, hecho en Madrid el 15 de diciembre de 2005 (BOE N° 195 de 16 de agosto de 2006).
- c) *Acuerdo entre la República de Senegal y el Reino de España sobre Cooperación en el Ámbito de la Prevención de la Emigración de Menores de Edad Senegaleses no acompañados, su protección, repatriación y reinserción*, hecho “ad referéndum” en Dakar el 5 de diciembre de 2006 (BOE N° 173 de 18 de julio de 2008).

El primer precedente de acuerdo de readmisión fue el Memorando de entendimiento hispano-marroquí firmado a finales del año 2003¹² y que fue elevado a rango de Acuerdo en 2007 cuando se firmó el acuerdo sobre cooperación en el ámbito de prevención de la emigración ilegal de menores el cual entró en vigencia cinco años después de su firma. El Memorando consistió en un breve texto que dejaba gran libertad a las autoridades competentes para proceder al retorno o a la devolución inmediata

¹⁰ “La asistencia a los menores debería ser un proceso continuo y estable que incluyera la fase de retorno y post-retorno. En todo caso, el retorno debe llevarse a cabo de manera segura, adecuada para el menor y respetando la igualdad entre los sexos. Los desafíos que se plantean al respecto son garantizar que el retorno de los menores cumpla plenamente las normas internacionales y la aceptación de los menores en su entorno de origen. Es fundamental realizar un trabajo sobre el terreno para convencer a las familias y comunidades a acoger favorablemente el retorno del menor, así como para prevenir la estigmatización y victimización en caso de trata de seres humanos. Esto podía lograrse ofreciendo la posibilidad de seguir un curso o una formación y ayudando a los países de origen a ofrecer a los menores y los jóvenes perspectivas de estudio y trabajo utilizando los instrumentos financieros existentes. La reintegración también debería supervisarse para evitar que surjan graves problemas”. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo. Plan de acción sobre los menores no acompañados (2010-2014). SEC(2010)534 Bruselas, 6.5.2010 COM(2010)213 final, p. 13.

¹¹ En cuanto a la potestad de las Comunidades Autónomas para celebrar acuerdos internacionales hay diferentes teorías que por superar nuestro objeto de estudios sugerimos Vid por ejemplo BELTRÁN GARCÍA, Susana: *Los Acuerdos Exteriores de las Comunidades Autónomas*. Marco jurídico actual y perspectivas de futuro, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 2001; GARCÍA PÉREZ, Rafael (Dir.): *La acción exterior de las Comunidades Autónomas en las reformas estatutarias*, Tecnos, Madrid, 2009.

¹² Memorando de entendimiento entre el Reino de Marruecos y el Reino de España “sobre repatriación asistida de menores no acompañados”, firmado en Madrid el 23 de diciembre de 2003.

de aquellas personas que fueran identificadas como menores de origen marroquí en el territorio español o bien en el momento de intentar acceder al mismo¹³. El 5 de diciembre de 2006 fue firmado un Acuerdo entre la República de Senegal y el Reino de España, cuyo contenido es prácticamente idéntico al firmado con Marruecos y entro en vigencia el 1 de julio de 2008. El tercer Acuerdo en vigencia fue el suscrito con Rumanía en diciembre de 2005, cuyo texto estipula la repatriación obligatoria de todo menor de edad de esta nacionalidad, el cual se realizará mediante un proyecto de regreso, ya sea con la propia familia o con los servicios rumanos competentes. Las acciones se coordinan por un Comité de seguimiento y se deben llevar a cabo según el procedimiento establecido en dicho acuerdo.

Los acuerdos con Marruecos y Senegal incluyen referencias generales a obligaciones legales internacionales y al interés superior del menor, pero no llegan a especificar salvaguardas y garantías procedimentales concretas de antes, durante y después de la repatriación de un menor. En ambos casos, la tarea de supervisar la ejecución de los acuerdos recae sobre un Comité de representantes del gobierno, que resta transparencia y publicidad, por los que *Human Right Watch* solicitó que se incluyera la posibilidad de que organizaciones independientes y ACNUR pudieran integrar dichos comités de seguimiento¹⁴, algo que no ocurrió.

Los países de los cuales mayoritariamente proceden estos niños, niñas y adolescentes ha variado en los últimos años, manteniéndose la nacionalidad marroquí como grupo mayoritario (constituyen casi el 70% de los acogimientos), seguidos por Mali (9.7%) y Senegal (8%), quedando fuera de las estadísticas los procedentes de Rumanía, por haberse integrado a la UE¹⁵, quienes con anterioridad constituía el segundo grupo con mayor cantidad de MENAS en España. Por ello no es de extrañar entonces, que los Acuerdos firmados sean con aquellos países de los cuales proceden mayoritariamente.

¹³ Punto 2 del Memorando: “Una vez identificado el menor, las autoridades consulares del Estado requerido procederán a la expedición inmediata de la documentación que acredite su nacionalidad y a facilitar el retorno a su país de origen para su entrega a las autoridades fronterizas”. Punto 3: “En el caso que la localización del menor no acompañado se produzca en el momento de su entrada en el otro país a través de un puesto fronterizo, las autoridades del Estado de acogida lo entregarán de manera inmediata a las autoridades fronterizas del país de origen. Esta operación se efectuará después de que se constate el hecho debidamente por el oficial de enlace”.

¹⁴ Human Rights Watch exigió a España que incluyera a organizaciones independientes y a ACNUR como miembros del comité de seguimiento, además de proporcionar más transparencia en la ejecución del acuerdo. Véase la carta de Human Rights Watch al Presidente del Gobierno José Luis Rodríguez Zapatero, 9 de enero de 2007, http://hrw.org/pub/2006/SpainMorocco_010907.pdf, y la Carta de Human Rights Watch al Presidente del Gobierno José Luis Rodríguez Zapatero, 2 de abril de 2007, <http://hrw.org/english/docs/2007/04/02/spain15628.htm> El gobierno español comunicó que el Comité únicamente incluiría como miembros a representantes del Gobierno. Carta de María Consuelo Rumí Ibáñez, Secretaria de Estado de Inmigración y Emigración, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, a Human Rights Watch, 7 de mayo de 2007.

¹⁵ Datos tomados de: La política de acogida, repatriación y acuerdos para la integración de los menores extranjeros no acompañados, España, junio 2009, Red Europea de Migraciones, p. 61 y BRAVO RODRÍGUEZ, Rosa: Conferencia regional sobre “Las Migraciones de los menores no acompañados: actuar de acuerdo con el interés superior del menor”, Consejo Europeo, 2005, p. 3.

3.1. Evaluación cuantitativa y cualitativa de los acuerdos de readmisión

Las estadísticas muestran que los expedientes llevados a término desde el año 2004 a 2014 han variado notablemente, siendo el año 2006 aquel en que mayor cantidad de repatriaciones se ejecutaron con 111 menores repatriados de los 1.378 localizados que arribaron a las costas españolas en pateras y/o cayucos provenientes de Marruecos (710) y del África subsahariana (653), lo que representa un aumento del 72,89 % respecto al año anterior, en el 2005, en el que llegaron 797 (750 marroquíes y 47 subsaharianos)¹⁶. Este dato sólo informó de un importante tipo de llegada a España de adolescentes africanos pero desconoce los provenientes de Europa del Este o los que se han entrado por otros medios distintos. De 2008 a 2013 de 1.171 repatriaciones incoadas, llegaron a ejecutarse 34. Desde 2007 a 2013 se ejecutaron 50 retornos, en tanto en 2014 no se ha realizado repatriación alguna, siendo por tanto su ejecución casi testimonial “Fig. 1”. En estos términos se ha definido en la Memoria de la Fiscalía de 2015 quien refiere que “[n]uevamente y al igual que ha ocurrido en otros años, el expediente de repatriación debe calificarse como simbólico y puramente testimonial con una muy escasa incidencia práctica”¹⁷.

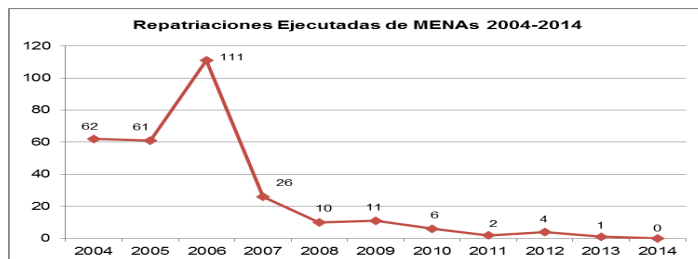


Figura 1. Fuente: Memorias de la Fiscalía General del Estado: años 2005 a 2015

Si bien la cifra de repatriaciones ejecutadas es baja o testimonial, las repatriaciones «incoadas», es decir, aquellas que han sido aprobadas y están pendientes de ser ejecutadas, son más elevadas. De acuerdo a lo informado por la Fiscalía General, buena parte de ellas se frustra por la escasa colaboración de los consulados y por “la imposibilidad de garantizar un retorno del menor con las garantías que exige su condición y que relaciona el artículo 35 LOEx que deben ser acreditadas por las autoridades consulares o diplomáticas de origen cuya colaboración muchas veces es nula”¹⁸. Y es así entonces que el proceso de repatriación del menor se encuentra con el escollo insalvable de la aceptación de la readmisión del menor de edad a su país de origen o aquel donde se encontrasen sus familiares. A ello deberíamos sumarle la complejidad para llevarla a cabo sin perder de vista el interés superior del menor, concepto en el que no siempre coinciden la Administración, la representación del menor y el propio menor. Otra de las razones señaladas es la conducta de los menores que deliberadamente no tienen documentación para no proporcionar una información fiable que facilite la investigación de sus circunstancias familiares y, por tanto, su repatriación.

¹⁶ Memoria de la Fiscalía General del Estado, 2007, p. 501.

¹⁷ Memoria de la Fiscalía General del Estado, 2015, p. 365.

¹⁸ Memoria de la Fiscalía General del Estado, 2010, p. 868.

La aplicación práctica de la repatriación, es decir, la cifra de niños o niñas que salen de territorio español y retornan a su país de origen no se corresponde con la importancia que le dedica la normativa a la figura de la repatriación. La prioridad al retorno de menores no parece mostrarse como una solución duradera para respetar el interés superior de éstos; y las estadísticas y estudios existentes muestran que las políticas de repatriación de menores han sido hasta la fecha incuestionablemente ineficaces tanto a nivel cuantitativo (el número de menores que son efectivamente repatriados es proporcionalmente muy escaso con respecto al de los que son acogidos) como cualitativo. En este último sentido, porque los estudios han constatado que un porcentaje importante de los menores repatriados reincide al cabo de un tiempo en un nuevo proceso migratorio[18].

4. REFLEXIONES FINALES

A modo de reflexión nos gustaría destacar algunos puntos. Los menores extranjeros no acompañados forman parte de los movimientos migratorios que llegan a territorio español, adquiriendo en la última década una progresiva importancia el retorno de estos menores a sus países de origen, lo que se ha reflejado en últimas reformas de la LOEx y su Decreto que la reglamenta, así como en la normativa comunitaria a través de la figura de la repatriación. La situación de desamparo de los menores inmersos en procesos migratorios y el régimen especial que debe llevarse a cabo en base al principio del interés superior del menor, fragua en el artículo 35 de la ley de extranjería una prohibición de expulsarles. Por tanto resulta cuanto menos paradójico que tanto la UE y España en tanto puerta de la fortaleza europea, reiteradamente den una alta prioridad a la repatriación de los MENAS como forma de proteger su interés superior.

Las estadísticas muestran que las políticas seguidas con este colectivo han sido hasta la fecha cuantitativamente ineficaces y aún aquellos que han logrado llevarse a cabo a costa de vulnerarse los derechos del menor, no han podido asegurar que el niño, niña o adolescente no lo haya vuelto a intentar al cabo de un tiempo. Especialistas en este tema, así como ONGs coinciden en que si bien el regreso ha sido la opción política para este colectivo, al igual que para los adultos, *“no está claro que haya conseguido verdaderamente limitar las nuevas llegadas de menores, si ha contribuido sin duda a potenciar y fomentar la vulnerabilidad y desprotección de muchos de los que ya se encontraban presentes”*[19]. No puede dejar de anotarse que hay sin embargo determinados aspectos que inducen a pensar que se busca como finalidad última una asimilación entre el régimen de las personas adultas y el de estos niños, niñas y adolescentes.

Ello ha abierto la puerta a una política de tipo sancionadora de la inmigración infantil, que contradice los pilares del sistema de protección de menores y que se ve traducida a la política migratoria en la firma de Acuerdos Internacionales sobre su repatriación, que no siempre parecen priorizar el interés superior por sobre su situación de migrantes irregulares. Ello se traduce de un panorama de acuerdos de readmisión vigentes (Marruecos, Rumanía, Senegal), que regulan la repatriación de menores de edad, en cuyo texto jurídico se trasluce una clara tensión del carácter de inmigrantes irregulares, que desdibuja por momentos su condición de menores. Ello ha abierto la puerta a una política de tipo sancionadora de la inmigración infantil, que contradice los pilares del sistema de protección de menores y que se refleja en la política migratoria de repatriación, al no siempre parecer priorizarse las necesidades de protección de los menores frente al interés del Estado de regular y controlar los flujos migratorios.

Otro punto que consideramos que tanto a nivel europeo como nacional debería tener un mayor desarrollo es legislativo es respecto a la situación de los menores que no pueden ser repatriados, menores a punto de cumplir los 18 años y con la irregularidad como único futuro, menores que se escapan de los centros donde se les “aparca” hasta que pasan nueve meses, mafias que los usan para los “trabajos sucios”. Una verdadera “carrera de obstáculos” hacia la normalización nos dice Jiménez[20], a lo cual se pregunta “¿Soluciones? Hace falta arraigarlos, enraizarlos, negociar su proyecto migratorio, agilizar los trámites burocráticos y evitar la indefinición competencial de las administraciones. Y retornarlos a casa si quieren, si es por su interés superior, si hay una medida que los integre, si no, volverán una y otra vez a intentarlo, porque como ellos me dicen, sólo tengo una cosa que perder: la vida”[21]. Por este motivo, a pesar del despliegue e importancia normativa recibida a estos acuerdos de readmisión, siguen sin estar entre la solución para quienes trabajan día a día con este colectivo.

REFERENCIAS

- [1] Ramírez, A. y Jiménez, M. (coord.) (2005). *Las otras migraciones: la emigración de los menores marroquíes no acompañados*, Akal, Madrid, p. 19 e Iglesias, M., (2010). *Conflicto y cooperación entre España y Marruecos (1956-2008)*, Fundación Pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces, Sevilla, p. 43.
- [2] Derechos Humanos en la Frontera Sur. 2014. Asociación Pro Derechos Humanos de Andalucía, pp. 49-51.
- [3] Torrado, E. (2015). La necesaria reconceptualización de las migraciones de menores no acompañados en Canarias, España. *Revista Estudios Fronterizos*, nueva época, Vol. 16, Nº 32, julio-diciembre de 2015, pp.11-39.
- [4] Gimeno, C. (2013). Expectativas de acogida en el imaginario de los menores que migran solos. *Revista Electrónica de Investigación y Docencia* Nº 9, enero 2013, pp. 142-158. Disponible en: <http://www.ujaen.es/revista/reid/revista/n9/REID9art9.pdf> Consultado el 3.11.2015.
- [5] Torrado, E. (2012). Las inmigraciones de menores desde una perspectiva de género. *Revista Dilemata*, Año 4 (2012), Nº 10, pp. 65-84.
- [6] Torrado, E. (2015). *Ob. cit.*
- [7] Ruiz, A. (2011). La expulsión de menores extranjeros. Límites constitucionales, Centro de Estudios Políticos y Constitucionales, Madrid, p. 7.
- [8] Asín, M. A. (2011). *La protección jurídica de los menores inmigrantes no acompañados* en Boza, D. *et al* (Coord.): *Comentarios a la Reforma de la Ley de Extranjería (LO 2/2009)*, Tirant lo Blanch, Valencia, pp. 252-253.
- [9] Observatorio Internacional de Justicia Juvenil (2007). Situación y tratamiento de los menores extranjeros no acompañados en Europa. Un estudio comparado de 6 países: Alemania, Bélgica, España, Francia, Italia y Reino Unido, Bruselas, p. 12.
- [10] Senovilla, D. (2011). *Plan de Acción (2010-2014) de la Comisión Europea. ¿Un verdadero avance de las políticas comunitarias relativas a los menores no acompañados?* en *Revista Mugak* Nº 56, Centro de Estudios y Documentación sobre racismo y xenofobia, setiembre 2011, p. 17.

- [11] Moreno-Torres, J. (2011). *La tutela de los menores extranjeros Ley y Reglamento de Extranjería* en Revista Mugak Nº 56, Centro de Estudios y Documentación sobre el Racismo y la Xenofobia, setiembre 2011, p. 22.
- [12] Senovilla, D. (2011). *Ob. cit.*, p. 17.
- [13] Ruiz, A. (2010). La expulsión de menores extranjeros: Límites constitucionales, Tesis Doctoral defendida en la Universidad de Valladolid, junio de 2010, p. 62. Parte de la misma ha sido publicada por el Centro de Estudios Políticos y Constitucionales, Madrid, 2011.
- [14] Ruiz, A. (2004). La determinación de la edad de los extranjeros indocumentados, Valladolid, pp. 148-152. Disponible en: <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:Derechopolitico-2004-61-9B149E3E&dsID=PDF>. Consultado el 4.10.2015.
- [15] Jiménez, M. (2007). *Los niños de la patera* en Revista Mugak Nº 25, Centro de Estudios y Documentación sobre racismo y xenofobia.
- [16] Barrera, F. (2010). *La readmisión en origen. La postrera expresión de la política comunitaria de alejamiento de los extranjeros inmigrantes en situación irregular* en Revista Electrónica de la Facultad de Derecho de Granada, Estudios Doctrinales, p. 3. Consultado el 10.5.2015.
- [17] SOS Racismo (2010): “Viejos remedios para nuevas realidades”. Análisis de la Ley 2/2009 de reforma de la Ley de Extranjería, p. 19. Disponible en: <http://www.sosracisme.org> Consultado el 6.3.2015.
- [18] Senovilla, D. (2011). *Plan de acción... ob. cit.*, pp. 17-21.
- [19] *Ibid.*
- [20] *Ibid.*
- [21] Jiménez, M. (2007). Los niños de ... ob. cit.

ESTILOS EDUCATIVOS FAMILIARES Y SUS EFECTOS EN EL DESARROLLO DE HÁBITOS Y HABILIDADES DE AUTONOMÍA

ANA ISABEL GANDARIAS SÁEZ

Asesora Educativa. Grupo ALBOR-COHS

RESUMEN

Las relaciones que los padres y madres establecen con sus hijos son muy variadas y complejas, dado que están definidas por la interacción de múltiples factores, haciendo que cada relación sea única y diferente con efectos muy diversos en los hijos.

En este estudio se analizan aquellas actuaciones de los padres que tienen como objetivo la adquisición de habilidades de autocuidado y el hábito de practicarlas con autonomía e independencia. Si bien los padres tienen prácticas educativas muy variadas en diferentes momentos, mantienen una tendencia de respuesta estable, denominando estilo educativo al conjunto de actitudes y hábitos educativos de los padres.

En este trabajo se inicia una línea de investigación en la que se estudia la relación entre los diferentes estilos educativos y el grado de habilidades de autonomía e iniciativa personal logrado por los hijos, considerando dichas habilidades el pilar fundamental del desarrollo de los niños en su proceso de independencia; todo ello desde un modelo conceptual cognitivo-conductual y desde un punto de vista aplicado.

Palabras clave: estilos educativos, educación parental, habilidades de autonomía, independencia, desarrollo del menor.

ABSTRACT

The relationship that parents establish with their children are varied and complex, as defined by the interaction of multiple variables, making each relationship unique and different. Furthermore, the characteristics of each of these interactions have very different effects on children.

This paper studies educational interactions, those actions of parents that aim to achieve permanent changes in the behavior of children, in order to improve their empowerment and independence. While educational practices are varied, they maintain a stable response tendency, which is called educational style. This style is the set of beliefs, attitudes and educational habits of each parent.

This paper begins a line of research that studies the relationship between different educational habits and the level of skills of empowerment and personal initiative achieved by the children educated in the different practices. These skills, considered the cornerstone of the development of children in the process of independence, are studied from an operational conceptual model and practical contributions.

1. FUNDAMENTOS

Este estudio pretende dar continuidad a una línea de investigación que responde a un modelo conceptual congruente con la práctica profesional, estableciendo conclusiones útiles y operativas. El objetivo final de la investigación es optimizar el desarrollo de las habilidades y hábitos de autonomía en los menores. Por ello, consideramos que conocer cuál es el estilo educativo que mejor favorece el desarrollo de habilidades contribuirá de un modo eficaz al diseño de planes de actuación, conscientes de la complejidad de los factores que afectan al desarrollo infantil.

Si bien son muchos los estudios que relacionan estilos educativos con diversos factores del desarrollo en los menores, hay una gran variabilidad de fundamentos conceptuales, muestras e instrumentos de medida. Esto hace difícil, e incluso imposible, seguir una línea de investigación que, manteniendo una coherencia conceptual, dé unidad y congruencia a los hallazgos.

Así, encontramos que algunos autores en sus investigaciones siguen la clasificación elaborada por Baumrind (1967, 1971), definiendo tres estilos educativos: democrático, autoritario y permisivo. Dicha clasificación fue transformada por Maccoby y Martin (1983), distinguiendo dos subtipos distintos en el estilo parental permisivo, al incluir el subtipo padres negligentes. No obstante, otros autores en sus investigaciones siguen la clasificación realizada por Toro en la década de los 70 y ampliada por García y Magaz (1998), autores que desde un marco conceptual cognitivo-conductual, definen los estilos educativos en función de la forma de pensar, sentir y actuar de los padres. En esta dirección nos encontramos con otras investigaciones entre cuyos objetivos destacan la utilidad práctica de conocer el estilo educativo de los padres como pronóstico de un buen desarrollo infante-juvenil, con el fin de favorecer medidas para potenciar el uso del estilo asertivo entre los educadores, al constatar que es el estilo educativo más beneficioso para el desarrollo de los niños. Autores como Rodríguez, Carballal, y Arce (2003); Moral, Sospedra, Molero y Sabater (2012) y Sala (2002), utilizan en sus estudios la clasificación de estilos educativos y el instrumento que permite identificarlos, que nosotros adoptaremos en nuestro estudio al compartir con ellos el enfoque práctico al que nos hemos referido.

En el marco de esta variabilidad de planteamientos, López-Soler, Puerto, López-Pina y Prieto, señalan no haber encontrado investigaciones que utilicen muestras de niños con edades inferiores a 12 años. Dicha situación podría explicarse porque la mayoría de los estudios analizan la relación entre el estilo educativo de los padres y diferentes habilidades del desarrollo infante-juvenil, las cuales se desarrollan a lo largo de la etapa infantil. Por ello, su adecuada o inadecuada adquisición, tan solo puede ser valorada a partir de la etapa de la adolescencia. Los autores también dicen, tras el análisis de los resultados de diversas investigaciones, no haber hallado resultados concluyentes ni en cuanto a las diferencias entre los estilos educativos entre padres y madres, ni en cuanto a los efectos de los estilos educativos en el desarrollo de los hijos. Aunque la mayoría de los estudios encuentran que el estilo caracterizado por la tolerancia y la comprensión hacia las características y peculiaridades de los hijos, frecuentemente denominado democrático, es el más adecuado, Oliva y Parra (2004) comprobaron que esto no ocurre así en todas las circunstancias ni situaciones, ni en todas las culturas como concluyen también Chao (1994), y Darling y Steinberg (1993).

2. OBJETIVO

Dado que la familia es el primer ámbito de aprendizaje de los niños y que en dicho ámbito el niño va aprendiendo unas destrezas, habilidades y hábitos que constituyen los prerrequisitos fundamentales de su desarrollo, se ha establecido como objeto de esta investigación identificar la relación entre el estilo educativo parental, y la adquisición de habilidades y hábitos de autonomía.

3. MUESTRA

Para el estudio se ha utilizado una muestra de conveniencia formada por 209 padres y madres, cuyas edades de los hijos están comprendidas entre los 3 y los 16 años.

Para eliminar el sesgo de que el desarrollo de habilidades y hábitos en los hijos se vean afectados por deficiencias cognitivas, físicas o sensoriales en los niños, se ha solicitado que en caso de tener algún hijo con algún tipo de discapacidad o minusvalía, el inventario no recogiese los habilidades o hábitos de dicho hijo dado que, en este caso, un déficit en el desarrollo de las habilidades de autonomía podía verse afectado por la falta de otras habilidades, prerrequisitos previos, lo que introduciría otras variables en el estudio.

La muestra se ha obtenido entre los padres y madres cuyos hijos están escolarizados en un Colegio Público de la Población de Sestao en Vizcaya.

En el colegio hay 9 grupos en función de las edades de los alumnos. Cada grupo de edad consta de dos aulas, con un máximo de 25 alumnos por aula. De todos ellos, los padres que contestaron a los cuestionarios fueron un total de 221, de los cuales 12 han sido descartados por no cumplir los requisitos requeridos; concretamente un caso se correspondía con un niño con discapacidades cognitivas y el resto no cumplimentaron los cuestionarios en su totalidad. Finalmente se obtuvo un grupo de 209 casos. La muestra la componen 21 padres y 188 madres. Los hijos se han organizado en 4 grupos, siguiendo los criterios del Inventario de Habilidades y Hábitos de Autonomía.

Tabla 1. Distribución de la muestra

	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4	
	Padre	Madre	Padre	Madre	Padre	Madre	Padre	Madre
Chicas	2	8	3	18	1	25	0	2
Chicos	2	11	1	19	1	17	0	6
No se sabe	3	21	5	26	3	35	0	0
	7	40	9	63	5	77	0	8
TOTAL	47		72		82		8	

209

4. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

PERFÍL DE ESTILOS EDUCATIVOS (García Pérez y Magaz Lago (1998). Versión PEE-i actualizado en 2011. Bayot, Hernández y de Julián (2005) en la revi-

sión de diversos instrumentos utilizados para identificar el estilo educativo parental, lo destacan por ser un instrumento sencillo de cumplimentar y por estar elaborado en España.

La finalidad es valorar de manera cuantitativa y cualitativa tanto las actitudes y valores ante la educación de hijos o alumnos, como los hábitos educativos de los padres y profesores. Para el estudio se ha utilizado la valoración cuantitativa de los hábitos educativos de los padres. Se ha elegido este instrumento por su congruencia con el modelo conceptual de la investigación y con la clasificación de los estilos educativos adoptada en base a ello.

El instrumento consta de 48 ítems. En el cuestionario se recogen algunas afirmaciones sobre posibles formas de actuar con respecto a la educación de los hijos. Los 48 ítems recogen 12 comportamientos propios de un estilo educativo asertivo, 12 del estilo punitivo, 12 del sobreprotector y 12 del inhibicionista. Los padres han de leer las preguntas siguiendo las indicaciones que aparecen en el propio instrumento, en el que les indica que han de leer las afirmaciones y contestar si están de acuerdo con la afirmación marcando una -X- en el recuadro en que aparece una de verdadero o de falso. Dado que el comportamiento de la personas es variable en función de características personales y contextuales, se les pide a los padres que, en aquella ocasiones en las que su respuesta fuese “depende”, piensen cuál es su modo de comportarse más habitual.

Dado que el PEE no es un instrumento psicométrico, es decir, el objetivo de su empleo no es comparar al sujeto con la media poblacional, se deben considerar las puntuaciones directas de cada persona, como puntuación definitiva en cada variable. Las puntuaciones obtenidas por cada sujeto en cada uno de los estilos educativos, determina el perfil de comportamiento habitual de cada padre o madre, con una combinación entre los cuatro estilos educativos.

INVENTARIO DE HÁBITOS DE AUTONOMÍA, recogido en García Pérez y Magaz Lago: IEG: Instrumentos de Evaluación General para Niños y Adolescentes, versión revisada (en prensa). Se ha elegido este instrumento por ser el único que identifica las habilidades y hábitos adquiridos por los menores.

El inventario dispone de cuatro niveles. Los diferentes niveles se corresponden con las etapas del desarrollo motor y cognitivo de los niños. El Inventario de Habilidades y Hábitos de Autonomía del nivel 1 (IHHA-1) es el corresponde a las actividades que pueden desarrollar por sí mismos los niños entre 3 y 6 años. El segundo nivel (IHHA-2), aumenta la complejidad de las actividades, y se corresponde con las actividades que podrían realizar por sí mismos los niños entre 7 y 9 años. A los niños entre 10 y 12 años les corresponde el nivel 3 (IHHA-3), y finalmente, el nivel 4 (IHHA-4), se corresponde con los chicos de edades entre 13 y 16 años.

Cada nivel consta de un número de ítems variable. En el primer nivel se ha de contestar a 16 ítems; 20 en el nivel 2 y 3, y 21 ítems en el nivel 4. Cada ítem nombra un comportamiento que recoge un conjunto de habilidades de autonomía necesarias para su ejecución. A su vez, el cuestionario consta de dos grandes columnas, que se corresponden, como se indica en la parte superior de las mismas, con “sabe hacerlo” o “no sabe hacerlo”. Una vez que los padres han seleccionado una de estas dos columnas, deberán especificar otros sub-apartados. Dentro de la columna “sabe hacerlo”, aparecen otras dos columnas en las que se indica: “lo hace sin que se lo indiquen” o “lo hace sólo cuando se lo indican”.

En este estudio, con el objetivo de identificar la adquisición de habilidades se ha tenido en cuenta el criterio de “sabe hacerlo/no sabe hacerlo”. En caso de haber desarrollado la habilidad, se ha identificado el hábito mediante el criterio “lo hace sin que se lo indiquen/lo hace sólo cuando se lo indican”.

Para valorar el nivel de habilidades y hábitos alcanzado, no se ha utilizado un test psicométrico, dado que en ese caso se establecería la situación de un sujeto con respecto a su grupo. No obstante, en esta investigación no se estima si un sujeto tiene más o menos habilidades que las alcanzadas por la media de los sujetos de su edad, sino que estimamos que el valor deseable sería la puntuación máxima, estableciendo en cada caso el porcentaje respecto del total deseable de habilidades y hábitos que un sujeto tiene respecto de sí mismo.

5. PROCEDIMIENTO

Inicialmente se realizó la propuesta de la investigación al Consejo Escolar del centro educativo. Tras la aceptación, se facilitó a los tutores del centro la información de la investigación, así como los instrumentos de evaluación, con el objetivo de fuesen ellos de modo directo, quienes hiciesen llegar a los padres la solicitud de colaboración. Posteriormente, a los padres y madres colaboradores se les solicitó la cumplimentación de los cuestionarios junto con las autorizaciones correspondientes para la protección de datos en aplicación de todas las normas que propone la Agencia Española de Protección de datos (Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal).

6. VARIABLES

El estudio consta de dos partes. Por un lado, se trata de establecer la relación entre el estilo educativo de los padres y el desarrollo de habilidades de autonomía en los hijos; y por otro, establecer la relación entre el estilo educativo de los padres y el desarrollo de hábitos de autonomía.

En cada una de las partes se han establecido seis variables independientes. Cuatro de ellas determinadas por cada uno de los posibles estilos educativos que identifica el Perfil de Estilos Educativos (PEE-i) y otras dos por la combinación de dos o más de los estilos.

Las variables estilo educativo asertivo, sobreprotector, inhibicionista y punitivo, tienen un rango de 0 a 12. La variable denominada estilo educativo mixto, queda definida por la combinación de las características del estilo educativo sobreprotector y el estilo educativo punitivo, estableciéndose un rango de 0-24. Finalmente, hay otra variable, denominada estilo educativo indefinido, en la cual puede haber una mezcla no definida de las características de los cuatro estilos, estableciéndose un rango de 0-48.

Las variables dependientes habilidades y hábitos de autonomía, tendrán rangos diferentes según el grupo de edad al que se refieren. Así, en el grupo de edad 3-6 años, correspondiente con el IHHA-1, el rango será de 0-16. En los grupos de 7-9 (IHHA-2) y 10-12 (IHHA-3), el rango será de 0-20; finalmente en el grupo de 13-16 (IHHA-4), el rango será de 0-21.

Para establecer cuáles son los hábitos educativos dominantes y poder realizar la relación con el desarrollo de habilidades y hábitos de autonomía, se ha establecido que los hábitos educativos predominantes son asertivos en aquellos padres cuya pun-

tuación en Asertivo era mayor o igual que la suma de las puntuaciones obtenidas en los otros tres tipos de hábitos sobreprotector, inhibicionista y punitivo.

Una vez identificados los padres de estilo educativo predominante asertivo, se ha considerado que:

$$\text{Sobreprotector} \geq \text{Punitivo} + \text{Inhibicionista}$$

$$\text{Punitivo} \geq \text{Sobreprotector} + \text{Inhibicionista}$$

$$\text{Inhibicionista} \geq \text{Punitivo} + \text{Sobreprotector}$$

Finalmente, se identificó que aún había un grupo de padres cuyas puntuaciones no se correspondían con ninguno de los criterios establecidos, dado que no se identificaban hábitos educativos predominantes. Los padres de este grupo, o bien presentaban una combinación de los hábitos educativos sobreprotectores y punitivos, o bien no se identificaba ningún estilo como predominante, quedando establecidos de la siguiente manera:

Grupo mixto, en el que se combinan los hábitos sobreprotectores y punitivos, cuya suma de puntuaciones era mayor o igual que la suma de las puntuaciones de asertivo e inhibicionista

El grupo cuyos hábitos no estaban definidos se estableció con aquellos que no cumplían ninguno de los criterios descritos anteriormente.

7. DISEÑO DEL ESTUDIO

Se ha utilizado un método hipotético-deductivo para dar respuesta a los objetivos generales de la investigación, con la finalidad de aplicar los resultados en la práctica educativa diaria, pudiendo detectar el estilo educativo de los padres y poderles asesorar sobre los beneficios o perjuicios que ello conlleva en el desarrollo de sus hijos.

La investigación plantea un estudio exploratorio, con un diseño cuasi experimental y una metodología cuantitativa.

Para la realización del estudio, dado que la puntuación directa se veía afectada por la diferencia en el número de ítems total para cada uno de los niveles del IHHA tanto en habilidades como en hábitos, se transformaron las puntuaciones directas en tantos por uno.

En primer lugar se hizo un análisis de los datos con el objetivo de identificar la distribución de la muestra tanto en hábitos como habilidades en cada uno de los estilos educativos descritos. Para ello, se realizó una tabla de distribución de los estilos educativos según los niveles de IHHA, se calcularon los estadísticos y se representaron gráficamente los mismos para facilitar su visualización.

Dado que las variables son una continua (habilidades/hábitos) y otra categórica (cada uno de los estilos educativos): se propuso estudiar la diferencia de las medias mediante el análisis estadístico ANOVA, comprobando la normalidad de la población mediante el test de Kolmogorov-Smirnov, y la igualdad de varianzas con el test de Levene. En función de los resultados obtenidos en ambas pruebas, se compararon las medias mediante la prueba de Welch y la post hoc de Games-Howell en el caso de las habilidades dado que consideramos las varianzas distintas. En el caso de los hábitos se utilizó la tabla ANOVA, al no ser rechazada la igualdad de varianzas.

8. RESULTADOS

En lo que respecta a la distribución de estilos educativos según niveles del IHHA, se observa que, un 24.8% de los padres no tiene un estilo educativo definido. De entre los padres que mantienen un estilo más definido, destacan el estilo sobreprotector, junto con el estilo combinado entre sobreprotector y punitivo.

Al valorar las habilidades adquiridas por cada estilo educativo, observamos que las medias e intervalos de confianza no difieren demasiado entre sí, y que los rangos también son parecidos en los diversos estilos educativos. Además, la desviación típica es baja, por lo que nos encontramos con una escasa dispersión. No obstante, la desviación de las habilidades para el estilo inhibicionista destaca siendo ligeramente superior que la del resto.

Se confirma que el estilo asertivo desarrolla mayor cantidad de habilidades que el sobreprotector, a un nivel de confianza del 95% y no se han encontrado diferencias significativas entre las medias, por lo que se observa que ningún estilo educativo destaca sobre todos los demás en la adquisición de hábitos.

Dados los resultados se amplió el estudio analizando la distribución de frecuencias de habilidades y hábitos. La gran mayoría de los sujetos de la muestra han desarrollado las habilidades necesarias para ejecutar con autonomía la mayor parte de las habilidades necesarias. De entre las habilidades menos adquiridas destacan las relacionadas con los cuidados de la salud o actividades de preparación para una actividad: alimentarse o vestirse.

Respecto a los hábitos la distribución de la frecuencia es más variada, siendo los menos adquiridos aquellos que implican prepararse para una actividad o recoger al finalizar, así como aquellos que implican colaboración o conllevan planificación, anticipando consecuencias a medio-largo plazo.

9. CONCLUSIONES

Tan solo hemos podido confirmar que el estilo asertivo desarrolla mayor cantidad de habilidades que el sobreprotector, a un nivel de confianza del 95%. La comparación con el resto de los estilos educativos no arroja datos significativos.

Tras haber realizado el estudio de la ANOVA no hemos encontrado diferencias significativas entre las medias, por lo que observamos que ningún estilo educativo destaca sobre todos los demás en la adquisición de hábitos.

10. DISCUSIÓN

Los resultados confirman la complejidad de los estudios que tratan de encontrar los efectos de diversos estilos educativos, cuyos resultados no son concluyentes ni comparables entre sí (Bayot, Hernández y de Julián, 2005) dado que cada padre y madre no tiene un estilo puro, sino un perfil. Además, podría establecerse que los padres confunden algunos aspectos de sus prácticas educativas, manteniendo ideas erróneas al respecto.

Se confirma que las diferencias culturales son relevantes al valorar los diferentes estilos educativos. Los resultados de la distribución de los estilos educativos de nuestro estudio, coincide con otros estudios realizados con población similar (Olabarrieta et al, 2003) y difieren de los realizados en otras culturas (Alvites Sosa, 2012),

por lo que los datos no son generalizables entre culturas (Martínez, Musito, García y Camino, 2003).

Se confirma el efecto beneficioso y predictor del estilo educativo asertivo en la adquisición de habilidades de autonomía, tal y como otros autores confirman respecto a otras variables implicadas en un buen desarrollo infante-juvenil (Alonso y Román, 2005; Molpeceres, Llinares y Musitu, 2001; Oliva y Parra, 2007).

Son múltiples los estudios que relacionan el estilo educativo familiar con diversas variables del desarrollo, pero pocos abordan la relación con las habilidades y hábitos de autonomía, siendo éstas requisito básico para la adquisición de otras habilidades más complejas, tal como el autoconcepto, la autoestima, habilidades de resolución de problemas, rendimiento académico,... (Erikson, 1970).

11. PROPUESTAS DE APLICACIÓN PRÁCTICA

Dar continuidad a una línea de investigación que permita dar uniformidad y coherencia a los hallazgos.

Ampliar la muestra, con una distribución uniforme que permita que las medias estén más definidas.

Mejorar el instrumento de identificación de habilidades y hábitos adquiridos, agrupando las diferentes habilidades y hábitos en categorías, aumentando su fiabilidad.

Complementar el PEE-i con un guión de entrevista para establecer la congruencia entre lo que los padres creen hacer y lo que hacen.

Fundamentándose en los hallazgos beneficiosos de esta investigación promover el diseño de Programas de Asesoramiento Preventivos ampliando los actuales Protocolos de Salud en Atención Temprana, con difusión de los efectos beneficiosos del estilo educativo asertivo para el buen desarrollo de los menores, ayudando a los padres en la identificación de su perfil educativo y constatando los beneficios del desarrollo de habilidades y hábitos de autonomía como prevención de efectos negativos en el desarrollo infante-juvenil.

REFERENCIAS

- [1] Baumrind, D. (1967). Child care practices anteceding three patterns o preschool behavior. *Genetic Psychology Monographs*, 75,43-88.
- [2] Baumrind, D. (1971). Currentes patterns of parental authority. *Developmental Psychology*, 4, 1-103.
- [3] Maccoby, E. E. y Martin, J. A. (1983). Socialization in the context of the family: Parent-child interaction. En P. H. Mussen y E. M. Hetherington (Eds.), *Handbook of child psychology: Vol. 4. Socialization, personality and social development* (4ª ed., pp. 1-101). New York: Wiley.
- [4] Toro, J (2002). *Mitos y errores en la educación* (ed. rev.). Bilbao: COHS Consultores en Ciencias Humanas.
- [5] García, E. M. y Magaz, A. (2011). *P.E.E. Perfil de estilos educativos* (ed. rev.). Bilbao: COHS Consultores en Ciencias Humanas.
- [6] Rodríguez, M. J., Carballeda, A. y Arce, R. (2003). Habilidades parentales en procesos de separación: desarrollo evolutivo de los menores y perfiles educativos. *Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación*, 8 (10), 229-241.

- [7]] Moral, M. J., Sospedra, R., Molero, R. J., y Sabater, Y. (2012). El estilo educativo de los adultos como indicador de buen pronóstico en el acogimiento familiar. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. INFAD Revista de Psicología*, 1 (2), 323-330.
- [8] Sala, J. (2002). Ideas previas sobre la docencia y competencias emocionales en estudiantes de Ciencias de la Educación. *Revista española de pedagogía*, 223, 543-558.
- [9] López-Soler, C., Puerto, J. C., López-Pina, J. A., y Prieto, M. (2009). Percepción de los estilos educativos parentales e inadaptación en menores pediátricos. *Anales de Psicología*, 25 (1), 70-77.
- [10] Oliva, A. y Parra, A. (2004). Contexto familiar y desarrollo psicológico durante la adolescencia. En E. Arriaz (Ed), *Familia y desarrollo psicológico*. (96-123). Madrid: Pearson Educación.
- [11] Chao, R. K. (1994). Beyond parental control and authoritarian parenting style: Understanding Chinese parenting through the cultural notion of training. *Child Development*, 65, 1111-1119.
- [12] Darling, N. & Steinberg, L. (1993). Parenting style as context: An integrative model. *Psychological Bulletin*, 113, 487-496.
- [13] Bayot, A., Hernandez, J. V. y de Julián, L. F. (2005). Análisis factorial exploratorio y propiedades psicométricas de la escala de competencia parental percibida. Versión para padres/madres (ECCP-p). *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa* 11(2).
- [14] Inventario de Habilidades y Hábitos de Autonomía, instrumento recogido en García, E. M. y Magaz, A. (2001). *IEG: Instrumentos de evaluación general. Niños y adolescentes* (ed. rev. en prensa). Bilbao: COHS Consultores en Ciencias Humanas.
- [15] Olabarrieta, F., Martín, J. L., Arranz, E., Manzano, A., Azpiroz, A., Bellido, A., Oliva, A. y Richard, M. (2003): Familiako giroaren kalitatea eta aurrarengarapen psikologikoa Euskal Autonomia Erkidegoan: azterketa deskriptiboa. *Uztaro: giza eta gizarte-zientzien aldizkaria*, 47, 81-95.
- [16] Alvites Sosa, G. E. (2012). Estilos educativos y grados de desarrollo del componente pragmático del lenguaje en niños de 5 años de un colegio de Lima metropolitana (Tesis Doctoral). Pontificia Universidad Católica del Perú. Escuela de Posgrado. Lima-Perú.
- [17] Martínez, I., Musitu, G., García, J. F. y Camino, L. (2003). Un análisis intercultural de los efectos de la socialización familiar en el autoconcepto. España y Brasil (2003). *Psicología Educação e Cultura*, 7 (2), 239-259.
- [18] Alonso, J. y Román, J. M. (2005). Prácticas educativas familiares y autoestima. *Psicothema*, 17 (1), 6-82.
- [19] Molperces, M^a A., Llinares, L. I., y Musitu, G. (2001). Estilos de disciplina familiar y prioridades de valor en la adolescencia. *Revista de Psicología Social Aplicada*, 11 (3), 49-67.
- [20] Oliva, A. y Parra, A. (2007). Estilos educativos materno y paterno: Evaluación y relación con el ajuste adolescente. *Anales de Psicología*, 23 (1), 49-56.
- [21] Erikson, E. (1970). Reflections on the dissent of contemporary youth. *International Journal of Psychoanalysis*, 51, 11-22.

SÍNTESIS DE COMPUESTOS CON PROPIEDADES FARMACOLÓGICAS A TRAVÉS DE REACCIONES MULTICOMPONENTE

PABLO PEÑA CALLEJA, MARÍA GARCÍA VALVERDE

Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos

RESUMEN

Diferentes familias de heterociclos nitrogenados, azetidionas, pirrolidinonas e hidantoinas, han sido sintetizadas a través de una secuencia sintética similar, reacción de Ugi/ciclación intramolecular en medio básico, utilizando arilgloxales y ácidos carboxílicos halogenados como compuestos de partida.

Palabras clave: Azetidionona, Pirrolidinona, Hidantoina, Arilgloxal

ABSTRACT

Different nitrogen-based heterocycles, azetidiones, pyrrolidones and imidazolidinones, have been synthesized following a similar synthetic sequence, Ugi/intramolecular cyclization in alkaline medium, using arylglyoxals and halogenated carboxylic acids as starting compounds.

Keywords: Azetidione, Pyrrolidinone, Hydantoin, Arylgyoxal

1. INTRODUCCIÓN

Los productos naturales han demostrado ser una fuente inagotable de información para el diseño de nuevos fármacos. En ellos se encuentran estructuras básicas, denominadas estructuras privilegiadas, que dependiendo del grado de sustitución presentan propiedades farmacológicas diferentes.¹ Entre estas estructuras se encuentran muchos heterociclos nitrogenados como la benzodiazepina (en la antramincina), la quinoleína (en la quinina) o la pirrolidina (en la nicotina) (Figura 1).

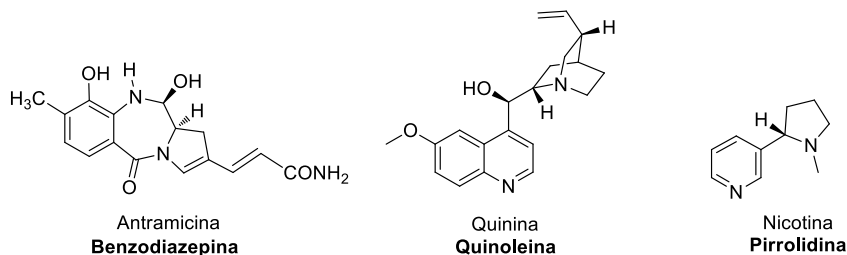


Figura 1.- Algunas estructuras privilegiadas.

En este proceso de búsqueda de nuevos fármacos y optimización de estructuras, los métodos de síntesis lineales convencionales suelen requerir el uso de procedimientos complejos. La alternativa son las reacciones multicomponente,² una herramienta que, en unión con la química combinatoria, permite generar amplias librerías de compuestos de forma eficaz, en el menor tiempo posible, en menos etapas, de forma sencilla, con reacciones fácilmente escalables y generando la menor cantidad de residuos posible.

Dentro de las reacciones multicomponente, cabe destacar la reacción de Ugi, ya que permite obtener en un solo paso, a partir de cuatro componentes, sistemas peptidomiméticos.³ Estos sistemas son sustancias análogas a los péptidos naturales pero con modificaciones estructurales que aumentan tanto su selectividad como su estabilidad.⁴

La estrategia que utiliza la reacción de Ugi seguida de procesos de post-condensación aumenta el valor sintético de la propia reacción de Ugi, pudiéndose crear en sólo dos pasos estructuras de una alta complejidad con varios puntos de diversidad que permiten modificar las características de los productos sintetizados, como su solubilidad tanto disolventes polares o apolares, su estabilidad en distintos medios, su transporte a través de membranas celulares... Esta metodología ha permitido sintetizar un amplio número de heterociclos tales como benzodiazepinas,⁵ oxazolonas,⁶ oxazoles,⁷ pirazinas,⁸ pirrolidinonas,⁹ imidazolonas,¹⁰...

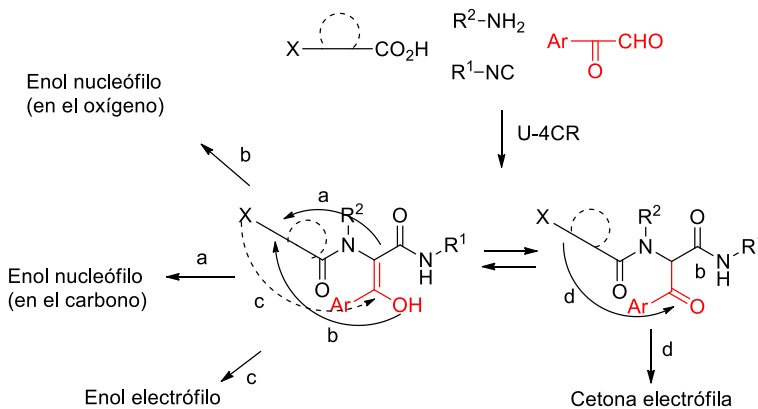
2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Durante los últimos años nuestro grupo de investigación se ha centrado en la síntesis de sistemas heterocíclicos nitrogenados utilizando la reacción de Ugi como punto de partida. Las posibilidades sintéticas de esta reacción son enormes, al poder llevarse a cabo reacciones de post-condensación sobre los aductos Ugi. Esta metodología Ugi/post-condensación requiere de la utilización de compuestos doblemente funcionalizados como reactivos de partida, reactivos que deben ser elegidos con cuidado, ya que no deben participar en la reacción de Ugi pero sí en reacciones posteriores.

Unos reactivos de estas características ampliamente utilizados en estas secuencias sintéticas son los arilglioxales, compuestos α -dicarbonílicos,^{5b,5c,6,11} Sin embargo, a pesar de ello sus posibilidades sintéticas siguen siendo enormes, tal como se refleja a continuación.

2.1. Los arilglioxales en la reacción de Ugi

Al utilizar arilglioxales como reactivos de partida, los aductos Ugi obtenidos presentan tautomería cetoenólica, característica que puede ser determinante en su reactividad (Esquema 1).

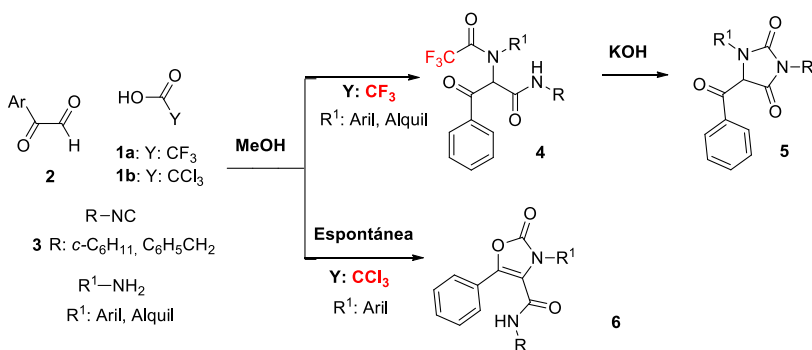


Esquema 1.- Equilibrio tautomérico en Aductos Ugi debido al arilglioxal.

Teniendo en cuenta la importancia de este aspecto, en la primera parte de este trabajo se llevó a cabo un estudio sobre cómo afectaban distintos factores dicho equilibrio cetoenólico (naturaleza de los sustituyentes, tiempo, temperatura,...) determinándose que la densidad de carga sobre el nitrógeno unido directamente al doble enlace del enol era clave en la evolución de ese equilibrio tautomérico, es decir, la naturaleza del derivado carboxílico o de la amina utilizados en la reacción de Ugi son claves en la posición del equilibrio tautomérico.

2.2. Síntesis de heterociclos nitrogenados utilizando ácidos trihaloacéticos en la reacción de Ugi. Síntesis de hidantoínas

Dentro de nuestro grupo de trabajo se ha llevado a cabo la síntesis de oxazolonas al utilizar como componentes de Ugi arilglioxales y ácido tricloroacético.⁶ Para demostrar la importancia de la densidad de carga en el nitrógeno en la proporción de tautómeros (Apartado 1), y por tanto en la química posterior resultante, decidimos utilizar el ácido trifluoroacético 1a reemplazando al ácido tricloroacético 1b (Esquema 2).



Esquema 2.- Reacción de Ugi variando el ácido carboxílico.

Se observaron dos diferencias fundamentales, (1) la generación espontánea o no del producto de ciclación y (2) la quimioselectividad en la reacción de ciclación.

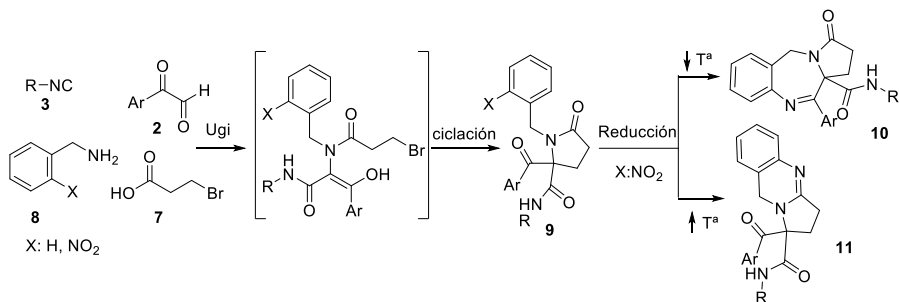
Al utilizar el ácido tricloroacético se producía una ciclación espontánea en la que el oxígeno del enol actuaba como nucleófilo (ruta b, esquema 1) generándose así oxazolonas 6. Sin embargo, al utilizar ácido trifluoroacético, tras el tratamiento básico, se obtuvieron de forma mayoritaria las hidantoínas 5, siendo en este caso el nitrógeno de la amida secundaria el que actuaba como nucleófilo.

Por tanto, dependiendo del ácido trihaloacético utilizado se pueden obtener, utilizando una metodología similar, dos familias diferentes de heterociclos nitrogenados, oxazolonas 6 o hidantoínas 5.

2.3. Síntesis de heterociclos nitrogenados utilizando ácidos carboxílicos monohalogenados en la reacción de Ugi

Un estudio previo llevado a cabo en el laboratorio ha permitido la síntesis de tres familias diferentes de compuestos, 2-pirrolidinonas (γ -lactamas), pirrolobenzodiazepinas y pirroloquinazolininas, utilizando cuatro reactivos de partida idénticos (Esquema 3).

Al utilizar ácido 3-bromopropanoico 7 en combinación con arilglioales 2 y aminas bencílicas 8, se obtuvieron γ -lactamas 9 en una única etapa, Ugi/ciclación espontánea. La introducción de un tercer componente doblemente funcionalizado, la 2-nitrobencilamina 8 (X: NO₂), permitió llevar a cabo una segunda ciclación tras la reducción del grupo nitró, llegando de esta forma a dos nuevas familias de compuestos, pirrolobenzodiazepinas 10 y pirroloquinazolininas 11. La quimioselectividad de esta última etapa se pudo controlar con la temperatura (Esquema 3).

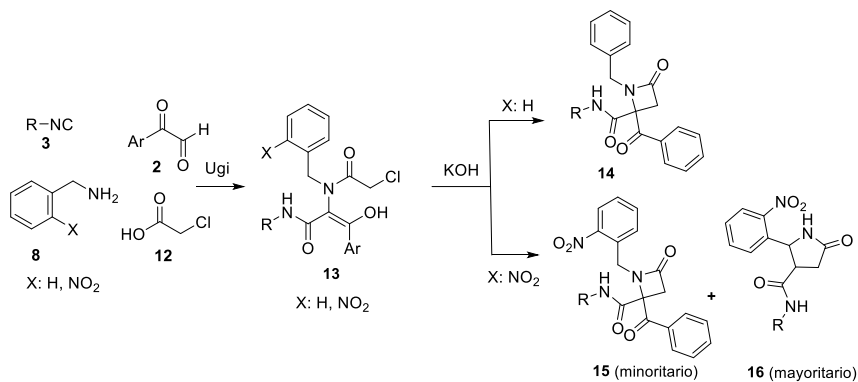


Esquema 3.- Síntesis de policiclos fusionados a γ -lactamas.

2.3.1. Síntesis de azetidionas (β -lactamas)

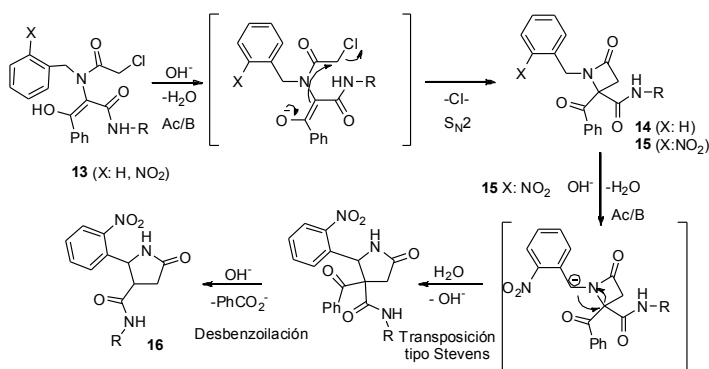
Se propuso una metodología análoga para sintetizar lactamas de 4 eslabones, β -lactamas, sustituyendo para ello el ácido 3-bromopropanoico 7 por el ácido 2-cloroacético 12. En este caso no tuvo lugar la ciclación espontánea hasta la lactama, sino que el producto que se obtuvo fue el aducto Ugi 13. Para favorecer la ciclación se utilizó un medio básico, KOH en etanol, aunque en este caso el resultado final fue diferente dependiendo de la naturaleza de la amina bencílica utilizada (Esquema 4). Con la amina bencílica sin sustituir 8 (X: H) se obtuvo la azetidionona 14 como único

producto, pero en presencia de un grupo nitro 8 (X: NO₂) la azetidionona 15 pasó a ser minoritaria observándose un nuevo producto que pudo ser identificado por técnicas espectroscópicas como la γ -lactama 16.



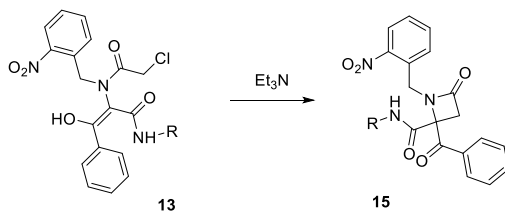
Esquema 4.- Síntesis de azetidionas y γ -lactamas en secuencias Ugi/ciclación en medio básico.

Para explicar este diferente resultado químico se planteó una primera etapa común para ambas reacciones, formación de las azetidionas (14 y 15), a partir de la cual el curso de la reacción estaría definido por la diferente acidez protones benílicos. De esta forma se podría explicar la formación de la γ -lactamas 16 a partir de la 1-(2-nitro-bencil)azetidionona 15 a través de una transposición tipo Stevens promovida por el anión benílico y favorecida por la tensión del ciclo de 4 eslabones (Esquema 5).



Esquema 5.- Mecanismo propuesto para la formación de azetidionas 15 y γ -lactamas 16.

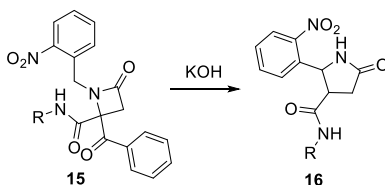
De acuerdo con esto se planteó reducir la basicidad de la base empleada para detener la reacción en la azetidionona 15. Se probaron para ello diferentes bases obteniéndose los mejores resultados al utilizar trietilamina. (Esquema 6).



Esquema 6.- Síntesis de β -lactamas 15.

3.3.2. Síntesis de 2-pirrolidinonas (γ -lactamas)

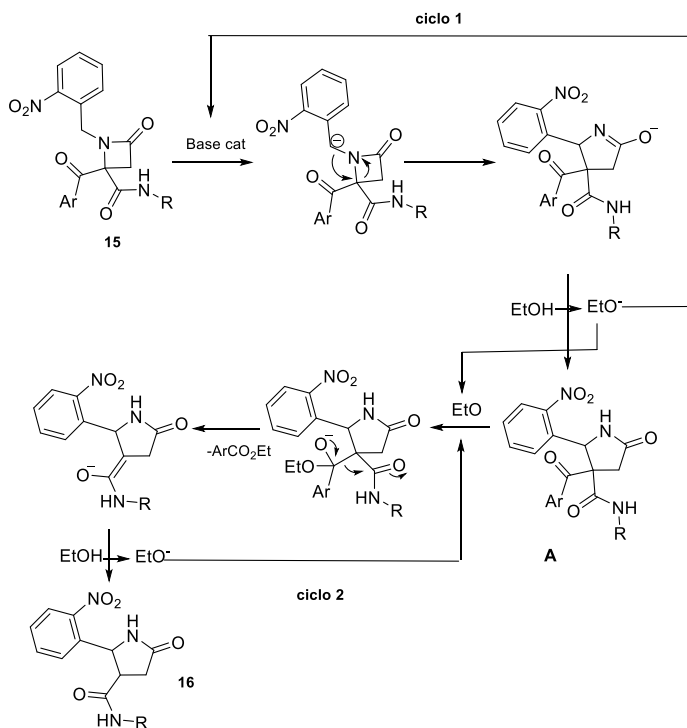
Este apartado se planteó con un doble objetivo, por un lado desarrollar una nueva metodología para la síntesis de pirrolidinonas (γ -lactamas), compuestos con interesantes propiedades farmacológica,⁷ a partir de azetidionas, y por otro lado demostrar el mecanismo propuesto en su formación. Para ello se trataron las azetidionas 15 con 2 equivalentes de KOH en etanol para promover inicialmente la desprotonación de la posición bencílica y posteriormente la desbenzoilación (Mecanismo propuesto en el Esquema 5), y como esperábamos se obtuvieron las pirrolidinonas 16 con un excelente rendimiento químico.



Esquema 7.- Síntesis de pirrolidinonas 16 a partir de azetidionas 15.

En un intento de detener la reacción en el intermedio A propuesto (γ -lactama 4,4-disustituida) (Esquema 6) se redujo la cantidad de KOH a 1 equivalente para lograr la desprotonación inicial pero evitar la desbenzoilación. Sin embargo, el producto que se obtuvo de nuevo fue la pirrolidona 16. Se redujo entonces la cantidad de base a una cantidad catalítica y el resultado fue idéntico.

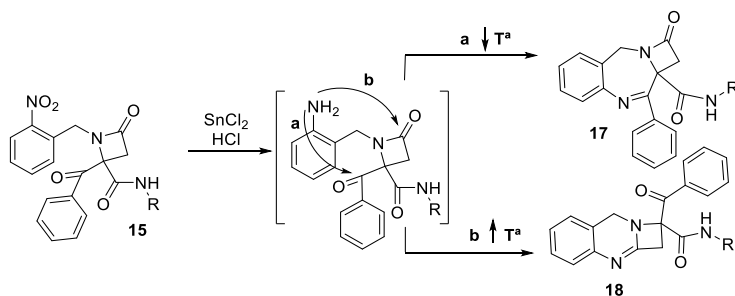
Para explicar estos hechos experimentales se propuso un mecanismo catalítico (Esquema 8) en el que el disolvente utilizado, el etanol, jugaría un papel fundamental al poder actuar como ácido frente a las diferentes especies aniónicas intermedias formadas. El tóxido que se va generando participaría en el ciclo catalítico, primero como base (ciclo 1) y en la etapa final, de desbenzoilación, como nucleófilo (ciclo 2).



Esquema 8.- Mecanismo vía catalítica para la formación de 2-pirrolidinona 16.

3.3.3. Síntesis de azetidionas condensadas con benzodiazepinas y quinazolinas

Tal como se ha planteado al principio de este apartado, uno de los objetivos de este trabajo era la síntesis de azetidionas fusionadas con sistemas de benzodiazepina y quinazolina controlando la temperatura en la reacción de reducción (Esquema 9) siguiendo el resultado obtenido para las γ -lactamas (Esquema 3).



Esquema 9.- Síntesis de policiclos fusionados a β -lactamas.

Sin embargo, aunque en este caso se observó una quimioselectividad análoga en función de la temperatura, el método en este caso es mucho menos robusto. Ligeros cambios en el tiempo de reacción, en la concentración o en la temperatura daban lugar a resultados muy diferentes. Por otro lado, la reacción resultó menos limpia generándose productos de degradación, probablemente debido a la tensión del ciclo de azetidionona 15.

En este caso, partiendo de cuatro productos idénticos se ha podido llegar a cuatro familias diferentes de heterociclos nitrogenados, azetidiononas, γ -lactamas, azetidibenzodiazepinas y azetidinquinoxalinas.

REFERENCIAS

- [1] Evans, B. E.; Rittle, K. E.; Bock, M. G.; DiPardo, R. M.; Freidinger, R. M.; Whitter, W. L.; Lundell, G. F.; Veber, D. F.; Anderson, P. S.; Chang, R. S. L.; Lotti, V. J.; Cerino, D. J.; Chen, T.B.; Kling, P. J.; Kunkel, K. A.; Springer, J. P.; Hirshfield, J. *J. Med. Chem.*, 1988, *31*, 2235.
- [2] *Multicomponent Reactions*, Zhu, J.; Bienaymé, H., Ed.; 2005, Wiley-VCH.
- [3] Sawyer, T. K. Peptidomimetics and nonpeptide drug discovery: chemical nature and biological targets. In *Peptide and Protein Drug Analysis*; Reid, R. E., Ed.; Marcel Dekker: New York, 2000; pp 81-114.
- [4] Samarasinghareddy, M.; Hemantha, H. P.; Sureshbabu, V. V. *Tetrahedron Lett.* 2012, *53*, 3104.
- [5] (a) Gunawan, S.; Nichol, G. S.; Chappeta, S.; Dietrich, J.; Hulme, C. *Tetrahedron Lett.* 2010, *51*, 4689. (b) Sañudo, M.; García-Valverde, M.; Marcaccini, S.; Delgado, J. J.; Rojo, J.; Torroba, T. *J. Org. Chem.* 2009, *74*, 2189. (c) Pertejo, P.; García-Valverde, M.; Peña, P.; Cordero, N. A.; Torroba, T.; González-Ortega, A. *Org. Biomol. Chem.*, 2014, *12*, 4905.
- [6] García-Valverde, M.; Macho, S.; Marcaccini, S.; Rodríguez, T.; Rojo, J.; Torroba, T. *Synlett* 2008, 33.
- [7] Shaw, A. Y.; Xu, Z.; Hulme, C. *Tetrahedron Lett.* 2012, *53*, 1998.
- [8] Faggi, C.; García-Valverde, M.; Marcaccini, S.; Pepino, R.; Poza, M. C. *Synthesis* 2003, 1553.
- [9] Beck, B.; Picard, A.; Herdtweck, E.; Dömling, A. *Org. Lett.* 2004, *6*, 39.
- [10] Ignacio, J. M.; Macho, S.; Marcaccini, S.; Pepino, R.; Torroba, T. *Synlett*, 2005, 3051.
- [11] Lecinska, P.; Corres, N.; Moreno, D.; García-Valverde, M.; Marcaccini, S.; Torroba, T. *Tetrahedron Lett.* 2010, *66*, 6783.

ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS ECONÓMICOS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EUROPA. EMISIONES EVITADAS Y AHORRO DE COMBUSTIBLES FÓSILES

MARGARITA ORTEGA¹, PABLO DEL RÍO², EDUARDO A. MONTERO¹

¹*Departamento Electromécanica – Universidad de Burgos. EPS Burgos. (España)*

²*Instituto de Políticas y Bienes Públicos.*

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Madrid (España)

RESUMEN

El cambio climático, el agotamiento de los recursos y la dependencia energética evidencian la necesidad de un nuevo modelo energético. Las energías renovables se perfilan como las candidatas idóneas para liderar esta transformación, pues son tecnologías limpias, inagotables y autóctonas.

Los apoyos públicos a la generación eléctrica con energías renovables se justifican puesto que internalizan en el precio de la electricidad las externalidades asociadas a estas tecnologías. En los últimos años el debate se ha centrado mucho en los costes de las energías renovables y no se ha profundizado en los beneficios asociados a las mismas. Este trabajo pretende llenar este vacío, analizando los costes del apoyo público a las energías renovables y dos de los principales beneficios económicos vinculados a las mismas: el ahorro económico asociado a las emisiones de CO₂ evitadas y el debido a la reducción del uso de combustibles fósiles. El análisis se centra en la Unión Europea en el período 2009-2013 y en dos tecnologías renovables: eólica y solar fotovoltaica.

Los resultados muestran la relevancia de los beneficios y, aunque no pueden compararse de forma directa con los costes, dan idea de la magnitud de ambos impactos. El uso de la metodología presentada puede ser trascendente en la futura elaboración de políticas y toma de decisiones.

Palabras clave: energía eólica, energía solar fotovoltaica, sistemas de apoyo público a las energías renovables, emisiones de CO₂, ahorro de combustible.

ABSTRACT

Global issues, such as climate change, unsustainable fossil fuels and energy dependence, urge a shift to a sustainable development model. Renewable energies play an important role in this energy transformation, because they are clean, sustainable and do not run out.

It has been well-established that generating electricity, especially from fossil fuels, creates environmental and socioeconomic impacts on third parties, which are not included in the price. These impacts are referred to as externalities. Regarding renewable

energies, one of the main justifications for using public support mechanisms is the internalization of these externalities. In the last years, many articles in the specialised press have been focused on the costs of public support to renewable energies and they do not analyse in depth the benefits. The aim of this paper is to close this gap and quantify the cost of public support and two relevant economic impacts related to renewable energies in terms of CO₂ emission abatement and fossil fuels substitution. This analysis is focused on the impacts of wind and photovoltaic energies in the European Union during a six-year period (2009-2013).

The results contribute to give an order of magnitude of the costs and benefits associated to wind and solar photovoltaic energies in the considered period, although they cannot be compared directly. The use of the methodology presented in this work can be an useful input to the conception, implementation and monitoring of future policies targeting to support the deployment of renewable energy technologies

Keywords: wind energy; photovoltaics; renewable energy support schemes; CO₂ emissions; fuel savings.

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático, el agotamiento de los recursos y la dependencia energética evidencian la necesidad de un nuevo modelo energético en la sociedad actual. Las energías renovables se perfilan como las candidatas idóneas para liderar esta transformación, pues son tecnologías limpias, inagotables y autóctonas.

La generación de energía eléctrica causa impactos en el medio ambiente y en la sociedad que no se incluyen en el precio de la misma, es lo que se denomina externalidades. Las energías renovables se caracterizan por una “triple externalidad”: (i) ambiental - porque el precio no refleja los beneficios sobre el medio ambiente, (ii) tecnológica - puesto que no se valora la innovación de las empresas y (iii) efectos del aprendizaje – ya que las empresas que invierten en la mejora de procesos no reciben un incentivo directo [1]. Una de las posibles justificaciones para el uso de apoyos públicos a las energías renovables es la internalización de estas externalidades [2].

La Comisión Europea ha dejado patente su compromiso con la promoción de las renovables y se han publicado numerosas comunicaciones encaminadas a preservar y mejorar los mecanismos de apoyo a las mismas. Destaca la reciente comunicación “*Un marco político para la energía y cambio climático desde 2020 a 2030*” [3] que establece nuevos objetivos para Europa en 2030: (i) una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero del 40% en 2030 comparado con 1990, (ii) contribución de las energías renovables sobre el total de energía final del 27%, (iii) incremento de la eficiencia energética en un 27%, a revisar en 2020 considerando el 30% en 2030 y (iv) objetivo de interconexión eléctrica entre Estados miembros del 15%. Esta comunicación afirma que los sistemas nacionales de apoyo a las energías renovables deben permitir la integración con los mercados internos, ser rentables y proveer seguridad jurídica a los inversores. Este documento promulga la desaparición completa de las ayudas a tecnologías renovables maduras en el período 2020-2030.

En los últimos años se ha generado un intenso debate más centrado en los costes del apoyo público a las energías renovables que en los importantes beneficios que estas tecnologías aportan. Numerosos autores han analizado los mecanismos de apoyo público a las energías renovables en Europa, y en general, todos coinciden en que

este apoyo ha sido necesario y ha traído consigo un importante desarrollo para estas tecnologías [4, 5, 6, 7]. Otros autores, sin embargo, consideran que el apoyo público a las energías renovables ha sido excesivo y no se han obtenido los resultados esperados [8, 9]. Los beneficios debidos a la reducción de emisiones se han analizado por algunos autores [10, 11], como también se han analizado los beneficios debidos a la reducción del consumo de combustibles fósiles [12, 13]. Hasta nuestro conocimiento, no existe un estudio que analice los tres impactos mencionados para el caso concreto de la Unión Europea (UE).

El objetivo de este trabajo es doble, por un lado analizar los costes relacionados con los apoyos públicos que la energías eólica y solar fotovoltaica recibieron en la UE en el período 2009-2013 y por otro, cuantificar económicamente los beneficios asociados a las mismas por la reducción de emisiones y por el ahorro de combustibles fósiles. Para llevar a cabo este análisis se utilizará una novedosa metodología, nunca antes utilizada con este propósito. Ambos impactos no pueden ser comparados directamente puesto que los agentes sobre los que recaen no son los mismos, pero dan idea de la relevancia que tienen las energías renovables en la actualidad.

2. METODOLOGÍA

Para el análisis de los beneficios vinculados al desarrollo de las energías renovables, se utiliza una innovadora metodología, fruto de esta investigación [14]. La metodología se basa en la herramienta utilizada por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) para el cálculo de emisiones en proyectos de Mecanismos de Desarrollo Limpio [15], lo que confiere mayor rigor a los resultados.

De acuerdo con esta herramienta, el factor de emisión de CO_2 a aplicar para el cálculo de las emisiones evitadas por la introducción de las energías renovables en un sistema eléctrico puede calcularse utilizando tres enfoques:

(1) *Factor de margen operativo (OM)*. Considera las plantas existentes cuya producción eléctrica se puede haber visto afectada por la introducción de las energías renovables en el sistema. El factor de margen operativo promedio se calcula como el promedio ponderado de las emisiones de CO_2 por unidad de electricidad neta producida (tCO_2/MWh) de todas las plantas del sistema, incluidas las denominadas plantas *low-cost/must-run*¹. El factor OM promedio se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$FE_{OM} = (\sum EG_m \cdot FE_{EL,m}) / \sum EG_m \quad [\text{Eq. 1}]$$

Donde FE_{OM} es el factor de emisión asociado al margen OM promedio (tCO_2/MWh); EG_m es la electricidad neta generada por la tecnología m (MWh), $FE_{EL,m}$ es el factor de emisión de CO_2 de la tecnología m y m son todas las tecnologías que participan en el sistema de generación eléctrico.

(2) *Factor de margen de construcción (BM)*. Se refiere a las plantas convencionales cuya construcción podría haber sido retrasada o cancelada por la introducción

¹ Las denominadas plantas *low-cost/must-run* son aquellas con costes marginales de producción bajos o que tienen prioridad de despacho, independientemente de la capacidad de la red. Se incluyen las plantas de energía nuclear y las energías renovables (incluida la energía hidráulica).

de las energías renovables en el sistema. Se calcula como el promedio ponderado de los factores de emisión de todas las plantas construidas en el pasado más reciente con datos disponibles. Puesto que no existen datos a nivel europeo sobre la potencia instalada por tipo de combustible, se han considerado tres escenarios; el primero supone que las energías renovables sustituirían a centrales de carbón, el segundo a centrales de gas y el tercero a una combinación de ambos tipos de central.

(3) *Factor de margen combinado (CM)*. Es el promedio de los factores de margen de operación y margen de construcción. Siguiendo la recomendación de [16], se ha utilizado este enfoque para los cálculos de este estudio relativos a la reducción de emisiones y de combustibles fósiles. Se ha considerado que el peso de ambos factores es el mismo, aplicando la siguiente ecuación:

$$FE_{CM} = 0,5 \cdot FE_{\text{Promedio OM}} + 0,5 \cdot FE_{BM} \quad [\text{Eq. 2}]$$

Donde FE_{CM} es el factor de margen combinado, $FE_{\text{Promedio OM}}$ es el factor de margen operativo promedio y FE_{BM} es el factor de margen de construcción.

2.1. Transformación de energía final en energía primaria

La energía final es la que puede utilizarse de forma directa mientras que la energía primaria es la contenida en los combustibles y que necesita ser transformada para su consumo final. Para transformar la energía final en energía primaria se usa la siguiente ecuación:

$$1 \text{ MWh (Energía primaria)} = 1/\eta \text{ MWh (Energía final)} \quad [\text{Eq. 3}]$$

Donde η es el rendimiento de las plantas y su valor se obtiene de [17]. Se asume que la plantas de gasóleo se construyeron antes de 2001 y las de gas natural y biomasa en 2006. No se consideran variaciones en el rendimiento de las instalaciones a pesar de la entrada en el sistema de energías renovables, puesto que esta variación es muy pequeña, como manifiesta [18].

Para cada año del período analizado, se utilizará el ratio de conversión obtenido aplicando el enfoque del margen combinado [Eq. 3]. Para ello, en la Eq. 1 debe utilizarse en vez el factor de emisión el factor de conversión correspondiente ($1/\eta$). En la aplicación del margen de construcción se aplicará el factor de conversión de la energía sustituida en cada escenario. La tabla 1 muestra los factores de conversión de energía final a energía primaria en la UE en el período analizado.

2.2. Reducción del uso de combustibles fósiles

La UE es cada vez más dependiente del exterior, puesto que las reservas de combustibles fósiles son escasas. La introducción de energías renovables contribuye a reducir la dependencia energética de aquellos países sin reservas y supone un ahorro considerable para los países que disponen de combustibles fósiles. Para calcular los ahorros en combustibles fósiles, se debe transformar la energía final en energía primaria, de acuerdo con el apartado 2.1. Para calcular el precio medio de cada unidad energética se aplican los márgenes OM, BM y CM sustituyendo los factores de emisión de CO_2 por los precios de los combustibles fósiles. Los precios de los combustibles fósiles se obtienen de [19]. Para poder comparar entre sí los precios de los combustibles fósiles (Fig. 1) se han transformado en las mismas unidades (€/MWh), utilizando

las siguientes conversiones: carbón: $1 \text{ MWh} = 0.21 \text{ t}$; petróleo: $1 \text{ MWh} = 0.61 \text{ barriles}$; gas natural: $1 \text{ MWh} = 3.44 \cdot 10^6 \text{ Btu}$ [20].

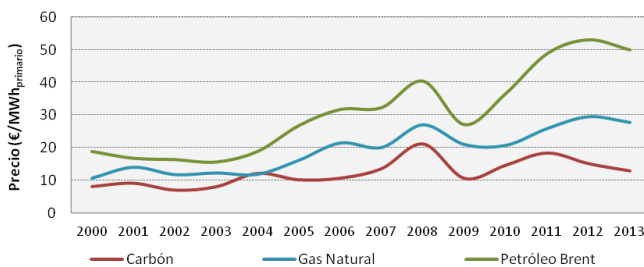


Figura 1. Evolución del precio de los combustibles fósiles. Fuente: [23] y elaboración propia.

De acuerdo con [15], las importaciones de electricidad procedentes de otros países se consideran como una fuente de generación individual. El precio de la electricidad procedente de fuera de la UE se ha estimado como la media de los precios de la energía eléctrica de los países pertenecientes a la UE. Estos datos se obtienen principalmente de [21] o de las páginas Web de los operadores del sistema de cada Estado miembro.

De acuerdo con [22], el precio del uranio en 2012 fue de 48,9 €/libra. Asumiendo el consumo unitario facilitado por [23], el precio del combustible nuclear es de 0,58 €/MWh. Este valor es despreciable comparado con el de otros combustibles fósiles, por lo que no se ha considerado en este estudio.

2.3. Emisiones de CO₂ evitadas

Las emisiones de CO₂ evitadas se calculan aplicando los márgenes OM, BM y CM. Para cada combustible se utilizan los factores de emisión recomendados por [24] ($FE_{EL,m}$ en el cálculo del factor OM y el factor correspondiente a las tecnologías desplazadas en cada escenario para el cálculo el factor BM). Los factores de emisión considerados para cada tecnología fósil son: carbón (97,3 tCO₂/TJ), fuelóleo (77 tCO₂/TJ) y gas natural (55,8 tCO₂/TJ). Los factores de oxidación recomendados por la Comisión Europea son [25]: carbón (99%), fuelóleo (99,5%) y gas natural (99,5%). Los factores de emisión obtenidos aplicando el margen combinado en los tres escenarios considerados para la UE se muestran en la tabla 1.

Para transformar las emisiones evitadas en términos económicos, se ha utilizado el coste social del carbono (CSC)². De acuerdo con la revisión hecha por [27], los valores del CSC difieren de unos estudios a otros. En este análisis se ha utilizado la mediana (32€/tCO₂), calculada por [27].

La tabla 1 muestra los factores de conversión de energía final a energía primaria, el precio medio de generación eléctrica (€/MWh_{primario}) y los factores de emisión de CO₂ (tCO₂/MWh_{final}) a aplicar en la UE en el período temporal analizado.

² El coste social del carbono (CSC) es el valor monetario de los daños provocados por la emisión de una tonelada adicional de carbono en algún momento del tiempo [26].

Tabla 1. Factores de conversión de energía, factores de emisión y precio medio del combustible utilizados en esta investigación. Fuente: Elaboración propia.

Factores de conversión	2009			2010			2011			2012			2013		
	Esc.1	Esc. 2	Esc. 3	Esc.1	Esc. 2	Esc. 3	Esc.1	Esc. 2	Esc. 3	Esc.1	Esc. 2	Esc. 3	Esc.1	Esc. 2	Esc. 3
MWh _{primario} /MWh _{final}	2,28	2,02	2,15	2,27	2,02	2,15	2,27	2,01	2,14	2,25	2,00	2,13	2,24	1,99	2,12
Precio de la energía €/MWh _{primario}	9,97	15,17	12,57	12,67	15,74	14,21	15,70	19,49	17,60	13,65	20,86	17,25	11,73	19,17	15,45
Factor de emisión tCO ₂ /MWh _{final}	0,57	0,34	0,46	0,57	0,34	0,45	0,57	0,34	0,45	0,57	0,34	0,45	0,56	0,33	0,44

2.4. Costes del apoyo público

Todos los Estados miembros disponían en el período analizado de algún sistema de apoyo a las dos tecnologías renovables analizadas. De acuerdo con [28], los sistemas de apoyo directo pueden clasificarse en mecanismos de apoyo a la inversión y mecanismos de apoyo a la producción. A su vez, estos apoyos pueden estar basados en el precio o en la cantidad, tal y como se aprecia en la tabla 2.

Tabla 2. Mecanismos de apoyo a las energías renovables en la UE. Fuente: [28]

	Basados en el precio	Basados en la cantidad
Centrados en la inversión	Ayudas a la inversión Ayudas a la financiación Beneficios fiscales	Sistema de subastas para ayudas a la inversión
Centrados en la generación	Tarifas reguladas (<i>Feed-in tariffs</i> - FIT) Primas reguladas (<i>Feed-in premium</i> - FIP) Balance Neto	Sistemas de subastas Certificados verdes negociados (CVN)

Apoyos públicos basados en el precio:

- *Mecanismos de apoyo a la inversión.* Apoyo económico a través de ayudas directas a la inversión, ayudas a la financiación o beneficios fiscales. Normalmente se establecen por unidad de potencia instalada.
- *Mecanismos de apoyo a la generación.* Apoyo económico en forma de precios garantizados y combinado frecuentemente con una obligación de compra por parte de los distribuidores de electricidad. En la mayoría de los Estados miembros estos costes son financiados por los consumidores a través de sus facturas. La diferencia entre los sistemas de tarifa regulada (FIT) y los de prima regulada (FIP) es que en el primer caso (FIT) el montante total a percibir por el productor renovable es fijo, mientras que en el segundo caso (FIP) se paga una prima fija a añadir al precio de mercado.

Apoyos públicos basados en la cantidad

- Las subastas o concursos públicos son un mecanismo basado en la licitación pública de una determinada capacidad de energía renovable a construir y explotar por promotores privados. En la mayoría de los Estados miembros se financia a través de la factura eléctrica.
- Los sistemas de cuotas con certificados verdes negociables (CVN) imponen una obligación a los distribuidores eléctricos de que al final de un determinado período un porcentaje de su producción proceda de energías renovables. Si no cumplen la obligación, se les penaliza. Cada unidad eléctrica producida con energías renovables genera un CVN, que se asigna al generador correspondiente y que éste puede vender a los distribuidores. El precio del CVN es el resultado de la interacción de la oferta y la demanda,

y depende del nivel del objetivo (cuota) y de los costes de generación de las energías renovables.

Es bastante común que en los Estados miembros se combinen varios sistemas de apoyo, véase [29].

En el período analizado, los mecanismos de apoyo más comunes en la UE eran los sistemas FIT. Si bien, en los últimos años, se aprecian importantes cambios, debidos fundamentalmente al rápido desarrollo de las energías renovables y a la creciente contribución de estas tecnologías al sistema eléctrico. En el período 2009-2013 numerosos gobiernos han implementado medidas de contención de costes y se están abandonando unos sistemas (FIT y CVN, principalmente) y adoptando otros (FIP y subastas), en base a la recomendación de la Comisión Europea [3].

Los datos sobre los apoyos públicos proceden de los informes bianuales publicados por el Consejo Europeo de Reguladores Eléctricos (*Council of European Energy Regulators – CEER*)³ [30][31][32].

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En 2013, la energía eólica supuso unos ahorros por reducción del consumo de combustibles fósiles de 514 TWh (6.411 M€) en el escenario 1, 455 TWh (9.054 M€) en el escenario 2 y 485 TWh (7.842 M€) en el escenario 3. Los ahorros económicos generados por la energía solar fotovoltaica por la reducción del consumo de combustibles fósiles fueron significativamente menores, puesto que su contribución fue menor – escenario 1: 176 TWh (2.325 M€); escenario 2: 156 TWh (3.215 M€); escenario 3: 166 TWh (2.808 M€). El hecho de que el ahorro económico por la reducción del uso de combustibles fósiles sea mayor en el escenario 2 (aún siendo su ahorro energético menor) se explica porque en este escenario se considera que las energías renovables sustituyen al gas natural en el cálculo del margen BM, y este es el combustible fósil más caro en el período analizado (Fig. 2).

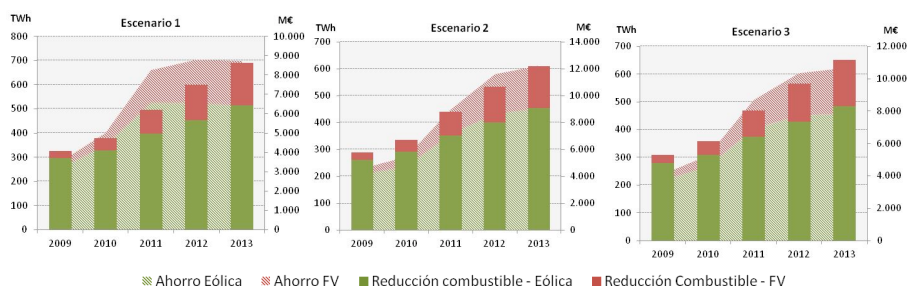


Figura 2. Evolución de los ahorros por reducción del uso de combustibles fósiles asociados al desarrollo de las energías eólica y solar fotovoltaica. Fuente: elaboración propia.

La reducción de emisiones de CO₂ es mayor en el escenario 1 que en el resto, puesto que dicho escenario supone en el cálculo del margen BM que las energías renovables sustituyen al carbón, que es el combustible fósil con el factor de emisión

³ La participación de los Estados miembros ha variado a lo largo del período analizado. En 2009, catorce Estados miembros aportaron datos. Ese número ha ido aumentando, registrándose en 2012 la máxima participación con veintiún Estados miembros.

más elevado. En 2013 en el escenario 1, las emisiones de CO₂ evitadas por la energía eólica fueron de 133 MtCO₂, lo que supuso unos ahorros de 4.248 M€, en el escenario 2: 79 MtCO₂ (2.526M€) y en el escenario 3: 106 MtCO₂ (3.387M€). Las emisiones evitadas por la energía solar fotovoltaica fueron sensiblemente inferiores, como también lo fue el ahorro generado en los tres escenarios considerados: escenario 1: 47 MtCO₂ (1.491M€), escenario 2: 28 MtCO₂ (898 M€) y escenario 3: 37 MtCO₂ (1.194 M€). La fig. 3 muestra la evolución de los ahorros debidos a las emisiones de CO₂ evitadas por escenario y tecnología.

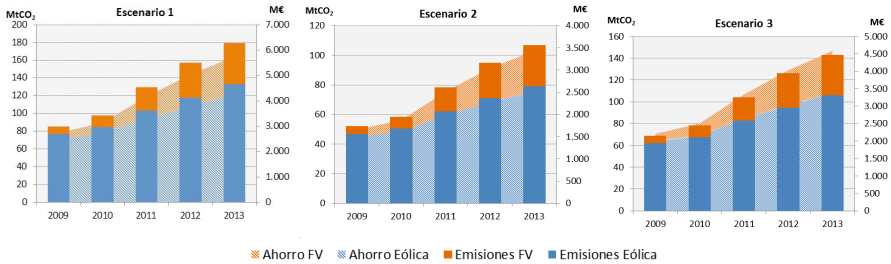


Figura 3. Evolución de los ahorros por reducción de las emisiones de CO₂ evitadas por las energías eólica y solar fotovoltaica. Fuente: elaboración propia.

El coste del apoyo público ha aumentado considerablemente en los últimos años para las dos tecnologías analizadas, tal y como se aprecia en la fig. 4. En el período objeto de estudio, los apoyos a la energía eólica casi se han multiplicado por tres. Este ratio ha sido superior para la energía solar fotovoltaica, multiplicándose por cuatro. En lo que se refiere al apoyo unitario, éste ha aumentado en un 42% en el caso de la energía eólica, y se ha reducido debido a los sistemas de contención aplicados en muchos Estados miembros, en el caso de la fotovoltaica. El apoyo unitario medio a la energía solar fotovoltaica en la UE es casi seis veces superior al que recibe la energía eólica. En 2013, la energía eólica recibió un total de 12.447 M€ a través de mecanismos de apoyo, mientras que el apoyo público a la energía solar fotovoltaica fue prácticamente el doble en ese mismo año, superando los 23.100 M€.

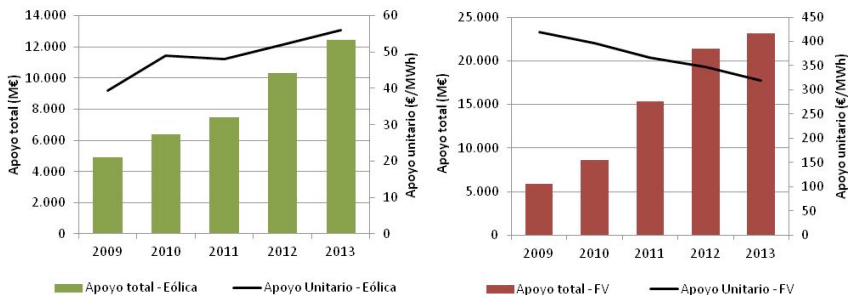


Figura 4. Evolución de los apoyos públicos y el apoyo unitario en el período 2009-2013. Fuente: elaboración propia.

En total, la energía eólica percibió en el período 2009-2013, 41.555 M€ en concepto de apoyo público. Considerando un escenario intermedio (escenario 3), los

ahorros debidos a la reducción de uso de combustible fueron 30.743 M€ y los ahorros por las emisiones de CO₂ evitadas representaron 13.213 M€. En el caso de la energía solar fotovoltaica, el apoyo público en el período 2009-2013 se elevó a 74.322 M€, mientras que los ahorros debidos a la reducción del uso de combustibles fósiles supusieron 8.295 M€ y los ahorros debidos a las emisiones de CO₂ evitadas ascendieron a 3.439 M€.

4. CONCLUSIONES

El principal aporte de este trabajo, es la metodología diseñada para la obtención de los resultados. Se trata de una innovadora metodología, basada en una herramienta utilizada por la CMNUCC, lo que confiere mayor rigor a los resultados. La metodología se ha empleado para el cálculo de los impactos económicos derivados de la reducción de las emisiones de CO₂ y de la disminución del uso de combustibles fósiles por el desarrollo de las energías eólica y solar fotovoltaica en la UE en el período 2009-2013.

Los beneficios calculados no pueden compararse de forma directa con los costes del apoyo público a ambas tecnologías, puesto que los agentes sobre los que recaen son diferentes. Analizando los resultados obtenidos, se puede concluir que a pesar de los altos costes asociados a la promoción de las energías eólica y solar fotovoltaica en la UE, los beneficios asociados a las mismas no pueden pasarse por alto. En el período analizado, la energía eólica recibió menos apoyo público que la energía solar fotovoltaica, si bien los beneficios asociados a la energía eólica fueron sensiblemente superiores a los beneficios de la energía solar fotovoltaica.

Hay que tener en cuenta que las energías renovables además de los beneficios económicos ligados al medio ambiente y a la reducción de la dependencia energética, tienen otros impactos, por ejemplo en el empleo o en el PIB, por lo que la justificación del apoyo público a las mismas no dependen en exclusiva de los dos impactos analizados en este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Del Río, P (2011). Analysing future trends of renewable electricity in the EU in a low-carbon context. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; 15 (5): 2520-33
- [2] Sáenz de Miera G, del Río P, Vizcaino I (2008). Analysing the impact of renewable electricity support schemes on power prices: The case of wind electricity in Spain. *Energy Policy*; 36 (9): 3345-59
- [3] Comisión Europea (2014). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones del 22 de enero de 2014. Un marco estratégico en materia de clima y energía para el período 2020-2030. EU COM/2014/015 final.
- [4] Dinica V. (2006). Support systems for the diffusion of renewable energy technologies—an investor perspective. *Energy Policy*; 34 (4): 461–80.
- [5] Couture T., Gagnon Y. (2010). An analysis of feed-in tariff remuneration models: implications for renewable energy investment. *Energy Policy*; 38 (2): 955–65.

- [6] Haas R., Panzer C., Resch G., Ragwitz M., Reece G., Held A. (2011). A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; 15 (2): 1003–34.
- [7] Mir-Artigues P., del Río P. (2014). Combining tariffs, investment subsidies and soft loans in a renewable electricity deployment policy. *Energy Policy*; 69: 430–42.
- [8] Frondel M, Ritter N, Schmidt CM, Vance C (2010). Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies: The German experience. *Energy Policy*; 38 (8): 4048–56.
- [9] Fankhauser S., Hepburn C., Park J.(2011). Combining Multiple Climate Policy Instruments: How Not to do it. Working Paper no. 48. Centre for Climate Change Economics and Policy, London/Leeds, Reino Unido. 24pp. Disponible en: http://www.ccecep.ac.uk/Publications/Working-papers/Papers/40-49/WP48_climate-policy-instruments_Feb11.pdf
- [10] Weigt H., Ellerman D., Delarue E. (2013). CO₂ abatement from renewables in the German electricity sector: Does a CO₂ price help? *Energy Economics*; 40 (1): S149-S158.
- [11] García Redondo A.J., Román Collado R. (2014). An economic valuation of renewable electricity promoted by feed-in system in Spain. *Renewable Energy*; 68: 51-7.
- [12] Lütkenhorst W., Pegels A. (2014). Germany's Green Industrial Policy Stable Policies – Turbulent Markets: The costs and benefits of promoting solar PV and wind energy. Research report of the International Institute for Sustainable Development. Winnipeg, Canada. 89pp. Disponible en: https://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/rens_gip_germany.pdf
- [13] Comisión Europea (2014). Energy Economic Developments in Europe. Directorate-General for Economic and Financial Affairs. Bruselas, Bélgica. 160pp. ISBN 978-92-79-35345-1.
- [14] Ortega M., del Río P., Montero E.A. (2013). Assessing the benefits and costs of renewable electricity. The Spanish case. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; 27: 294-304.
- [15] CMNUCC (2013). Tool to calculate the emission factor for an electricity system. Version 4.0. United Nations Framework Convention on Climate Change. Bonn, Alemania.
- [16] Kartha S., Lazarus M., Bosi M. (2004). Baseline recommendations for greenhouse gas mitigation projects in the electric power sector. *Energy Policy*; 32 (4): 545-66.
- [17] Comisión Europea (2011). Decisión de Ejecución de la Comisión 2011/877/EU, de 19 de diciembre de 2011, por la que se establecen valores de referencia de la eficiencia armonizados para la producción por separado de calor y electricidad, de conformidad con lo dispuesto en la Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y el Consejo, y por la que se deroga la Decisión 2007/74/CE de la Comisión.
- [18] Gutiérrez-Martín F., Da Silva-Álvarez R.A., Montoro-Pintado P. (2013). Effects of wind intermittency on reduction of CO₂ emissions: The case of the Spanish power system. *Energy*; 61: 108-17.

- [19] BP (2015). BP Statistical Review of World Energy 2014. Disponible en: <http://www.bp.com>. Último acceso 12 de octubre, 2015.
- [20] IEA/OECD/EUROSTAT (2005). Energy Statistic Manual. Disponible en: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/statistics_manual.pdf
- [21] Comisión Europea (2012). *Energy markets in the European Union 2011*. Bruselas, Bélgica. 164 pp. ISBN 978-92-79-25489-5.
- [22] FMI (2015). Disponible en: <http://www.imf.org/external/np/res/commod/index.aspx>. Último acceso 8 de octubre, 2015.
- [23] MINETUR (2015). Estadísticas anuales del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio de España. Disponible en: <http://www.minetur.gob.es/energia/balances/Publicaciones/ElectricasAnuales/Paginas/ElectricasAnuales.aspx>. Último acceso: 23 de septiembre, 2015.
- [24] IPCC (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Intergovernmental Panel of Climate Change IGES. Japan. Disponible en: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- [25] Comisión Europea (2004). Decisión de la Comisión Europea 2004/156/CE de 29 de enero de 2004, por la que se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (Texto pertinente a efectos del EEE) [notificada con el número C(2004) 130]
- [26] Pearce D (2005). *The social Cost of Carbon*, In Helm, D. (ed.) Climate Change Policy. Oxford, Oxford University Press. 99-133.
- [27] Tol R.S.C. (2012). A cost-benefit analysis of the EU 20/20/2020 package. *Energy Policy*; 49: 288-295.
- [28] Haas R., Panzer C., Resch G., Ragwitz M., Reece G., Held A. (2011). A historical review of promotion strategies for electricity from renewable energy sources in EU countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; 15 (2): 1003-34.
- [29] Mir-Artigues P, del Río P (2014). Combining tariffs, investment subsidies and soft loans in a renewable electricity deployment policy. *Energy Policy*; 69: 430-42.
- [30] CEER (2011). Report on Renewable Energy Support in Europe. Bruselas, Bélgica. 22pp. Disponible en: http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity
- [31] CEER (2013). Status Review of Renewable and Energy Efficiency Support Schemes in Europe. Bruselas, Bélgica. 53pp. Disponible en: http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity
- [32] CEER (2015). Status Review of Renewable and Energy Efficiency Support Schemes in Europe in 2012 and 2013. Bruselas, Bélgica. 67pp. Disponible en: http://www.ceer.eu/portal/page/portal/EER_HOME/EER_PUBLICATIONS/CEER_PAPERS/Electricity

OCTAVA SESIÓN

IRENE ALBERTOS MUÑOZ

“Effects of atmospheric pressure cold plasma treatment on microbiological and physicochemical characteristics of atlantic mackerel fillets”

CLARA PÉREZ CORNEJO

“Papel del comité de auditoría en la gestión de riesgos empresariales y en la reputación corporativa”

ADRIÁN GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

“Spatial correlations in the melting transition of dna fibers submerged in solutions”

MARA GARCÍA RODRÍGUEZ

“Programa de educación afectivo-sexual con adolescentes trabajadores mineros. Potosí. Bolivia”

DIANA DíEZ ALCALDE

“Thermal conductivity of bio-based phase change materials for two low temperature commercial energy storage materials at 46° & 56°C”

EFFECTS OF ATMOSPHERIC PRESSURE COLD PLASMA TREATMENT ON MICROBIOLOGICAL AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF ATLANTIC MACKEREL FILLETS

ALBERTOS, I.¹, JAIME, I.², MARTÍN-DIANA, A.B¹, TIWARI, B.K.³ & RICO, D.¹

¹ *Agricultural Technological Institute of Castilla y León (ITACYL). Government of Castilla and León, Valladolid, Spain.*

² *Department of Biotechnology and Food Science. University of Burgos. Burgos, Spain.*

³ *Department of Food Biosciences, Teagasc Food Research Centre, Dublin, Ireland.*

ABSTRACT

The effect of atmospheric cold plasma (ACP) generated inside a sealed packaged on microbiological and quality characteristics of mackerel fillets as a function of voltage (70KV and 80KV) and treatment time (1, 3 and 5 minutes) is reported. The spoilage bacteria (total aerobic mesophilic, total aerobic psychrotrophic, *Pseudomonas* and LAB) of mackerel fillets were reduced through ACP within 24 h of post-ACP treatment. Significant increase in lipid oxidation parameters (PV, dienes) were observed in ACP-treated samples. Intensity and time have a great effect in both microbiological and lipid oxidation. Nevertheless, no changes in pH and colour (with the exception of L*) were recorded as a function of ACP. These results implicate that ACP could be employed as a means of reducing spoilage bacteria in fish. However, ACP increased lipid oxidation and further investigation is needed for elucidating the changes over shelf life in pelagic fish.

Key words: Cold atmospheric plasma; Atlantic mackerel; Shelf life; Quality.

1. INTRODUCTION

Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) is one of the most abundant fish species in Europe, containing high levels of long chain polyunsaturated fatty acids (PUFA). Despite the health benefits of PUFA, these species are underutilised due to they are highly susceptible to oxidation, which is directly related to the production of off-flavours and odours [1]. The activity of microorganisms is the main factor limiting the shelf life in fresh fish [2].

The term “plasma” refers to a partially or wholly ionised gas [3]. Cold plasma at atmospheric pressure is composed of highly reactive species, and characterised by a net gas temperature close to ambient and a thermodynamic disequilibrium between the temperature of neutral and electron species [4]. One of the most efficient methods for producing ozone is the dielectric barrier discharges [5].

Cold atmospheric plasma (ACP) has recently received attention as decontamination tool for foodstuff, becoming a promising alternative processing technology. Particularly,

the effects of ACP on the shelf life of fish remain scarcely investigated and its suitability for high lipid containing food is in doubt. ACP causes the formation of hydroxyl acids, keto acids, short-chain acids and aldehydes [3].

Therefore, the objectives of this study were to investigate the effects of different conditions (voltages and times) for cold plasma on the treatment of fish spoilage bacteria, and how this affects lipid oxidation and the physicochemical characteristics of Atlantic mackerel muscle.

2. MATERIAL AND METHODS

Atlantic mackerel fillets were packaged in commercial 270 μm thick polyethylene terephthalate trays (150 mm x 70 mm x 35 mm) sealed with a high barrier 50 μm film and submitted to ACP. In brief, the package was placed between two circular aluminium plate electrodes (outer diameter=158 mm) over polypropylene (PP) dielectric layers (of 2 mm thickness), as shown in Fig. 1. The system was set-up to a voltage transformer (Phoenix Technologies, Inc, USA). Two discrete voltages of 70 and 80 KV were applied across the electrodes for 1, 3 and 5 min.

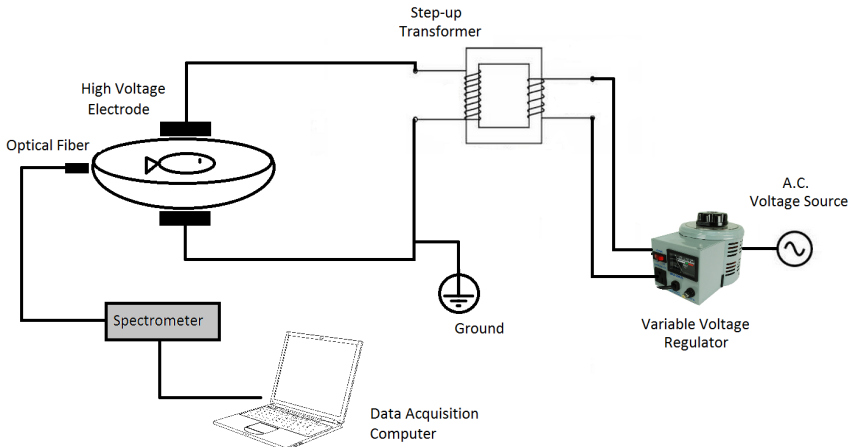


Figure 1. Schema of the experimental set-up for indirect dielectric barrier discharges plasma treatments of Atlantic mackerel fillets. The cold plasma is generated inside the tray. The fillets are placed outside the inter-electrode space.

Fillets were stored at 4°C and analysed after 24h of storage. Microbiological analyses (total aerobic mesophilic, total aerobic psychrotrophic, *Pseudomonas* and LAB), pH, lipid oxidation (Peroxide value, dienes, Thiobarbituric acid reactive substances) and colour measurements were done in control and treated-samples.

3. RESULTS

3.1. Microbiological analyses

There was not significant ($P>0.05$) reduction effect of ACP on total aerobic mesophilic bacteria (Fig. 2). Nevertheless, microbial counts of total aerobic psychrotrophic, LAB and *Pseudomonas* were significantly ($P<0.05$) reduced owing to ACP.

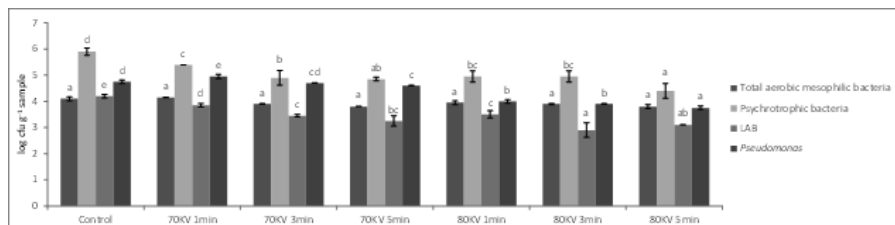


Figure 2. Mesophilic bacteria, psychrotrophic bacteria, LAB and Pseudomonas counts in Atlantic mackerel subjected to different ACP treatments. Different letters show significant differences ($P < 0.05$) due to ACP treatment conditions on a particular microorganism.

In this work, input power and exposure time were the main factors affecting microbial reduction. The reduction of total aerobic psychrotrophic bacteria was more pronounced as the input plasma exposure time than voltage applied different from LAB and Pseudomonas. Both, LAB and Pseudomonas, varied significantly due to the voltage applied, and, to a lower degree, to the exposure time. ACP production generates reactive species (ROS), such as atomic oxygen (O) and hydroxyl radicals (OH), and they can react with almost all bacterial cells, resulting in damage to DNA, proteins, lipids and membranes.

3.2. pH

There were no differences on the pH levels of Atlantic mackerel after ACP treatments, with the exception of the more intense treatment of 80KV at 5 minutes (Fig. 3). Furthermore, there was not observable relationship between pH and bacterial growth.

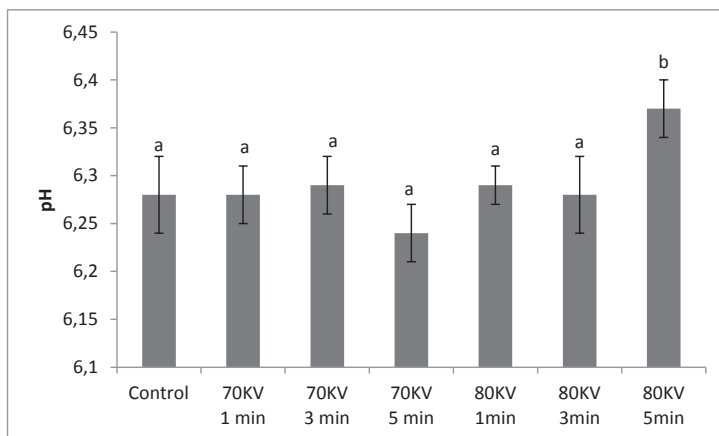


Figure 3. pH of Atlantic mackerel fillets submitted different ACP treatments. Different letters show significant differences due to ACP treatment conditions ($P < 0.05$).

3.3. Lipid oxidation

3.3.1. Primary oxidation markers (Peroxide Value, PV and Dienes)

Primary oxidation was evaluated through PV and dienes assessment (Table 1). A significant ($P<0.05$) primary oxidation (PV and Dienes) development was observed due to ACP treatment. Comparison of different voltages (70KV and 80KV) and exposure time (1, 3 and 5min) showed higher intensities and time significantly increasing oxidation.

Table 1. Lipid oxidation markers (Peroxide Value, Dienes) of Atlantic mackerel submitted to different ACP treatments.

	PV (meq active oxygen/kg lipids)	Dienes (mmol hydroperoxides/kg lipids)
Control	6.89±0.00a	1.42±0.19a
70KV 1min	8.97±0.74a	2.17±0.28ab
70KV 3min	21.87±0.59b	2.37±0.12b
70KV 5min	35.44±6.16c	2.78±0.55b
80KV 1min	17.59±3.23b	1.46±0.36a
80KV 3min	35.75±0.09c	2.25±0.30b
80Kva 5min	37.57±2.49c	5.56±1.33c

Different lowercase letters show significant differences due to ACP treatment conditions ($P<0.05$).

3.3.2. Secondary oxidation markers (Thiobarbituric acid reactive substances, TBARS)

TBARS values ranged from 0.74 to 0.75 mg of malondialdehyde (MDA) per kilogram of fish. There were not significant differences ($P>0.05$) between control and samples submitted to ACP treatment. As secondary oxidation products, they accumulate and, as expected, TBARS increased throughout the storage time.

3.3. Colour

The impact of ACP on the colour of Atlantic mackerel is shown in Table 2.

Table 2. Colour (L*, a* and b*) of Atlantic mackerel submitted to different ACP treatments.

	L*	a*	b*
Control	57.42±2.15d	3.67±0.63ab	14.12±2.75ab
70KV 1min	53.72±2.98bc	4.48±0.33c	13.26±1.56ab
70KV 3min	51.70±0.50ab	3.96±0.06bc	13.21±0.55ab
70KV 5min	53.87±1.26bc	4.19±0.29bc	15.13±0.12b
80KV 1min	55.37±0.86cd	3.19±0.35a	15.15±0.42b
80KV 3min	50.65±0.93a	4.4±0.49c	13.44±0.15ab
80KV 5min	55.91±0.47cd	3.97±0.28bc	11.52±2.32a

Different lowercase letters have mean values that are significantly different ($P<0.05$) due to the treatment.

No clear trend was found between any plasma treated samples depending on voltage or exposure time. However, a significant decrease in L* (lightness) was observed (with the exception of 80KV for 1min and 5min) as a consequence of ACP treatment. There were not differences in a* and b* between ACP treated samples and untreated (control). These results indicated that the ACP did not influence on the colour markedly.

4. CONCLUSIONS

ACP is shown to be a suitable treatment for reducing the spoilage bacteria in fish (total aerobic psychrotrophic, *Pseudomonas* and LAB). Atlantic mackerel became more susceptible to lipid oxidation due to ACP treatment, being highly influenced by the processing conditions used (voltage and time). In addition, ACP did not affect adversely physicochemical parameters such as pH and colour.

Thus, ACP may be applicable in reducing microbiological load of Atlantic mackerel fish after 24 hours of storage. Further investigation is needed to explore the effects of ACP on shelf life for longer storage times.

REFERENCES

- [1] Harris, P., & Tall, J. (1994). Rancidity in fish. In J. Allen, & R. Hamilton (Eds.), *Rancidity in foods* (pp. 256-272). London: Chapman and Hall.
- [2] Ólafsdóttir, G., Martinsdóttir, E., Oehlenschläger, J., Dalgaard, P., Jensen, B., Undeland, I., Mackie, I.M., Henahan, G., Nielsen, J., & Nilsen, H. (1997). Methods to evaluate fish freshness in research and industry. *Trends in Food Science and Technology*, 8(8), 258-265.
- [3] Misra, N. N., Tiwari, B. K., Raghavarao, K. S. M. S., & Cullen, P. J. (2011). Nonthermal plasma inactivation of food-borne pathogens. *Food Engineering Reviews*, 3(3-4), 159-170.

- [4] Misra, N. N., Keener, K. M., Bourke, P., Mosnier, J., & Cullen, P. J. (2014). In-package atmospheric pressure cold plasma treatment of cherry tomatoes. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, *118*(2), 177-182.
- [5] Misra, N. N., Kaur, S., Tiwari, B. K., Kaur, A., Singh, N., & Cullen, P. J. (2015). Atmospheric pressure cold plasma (ACP) treatment of wheat flour. *Food Hydrocolloids*, *44*, 115-121.

EL PAPEL DEL COMITÉ DE AUDITORIA EN LA GESTIÓN DE RIESGOS EMPRESARIALES Y EN LA REPUTACIÓN CORPORATIVA

CLARA PÉREZ CORNEJO¹

¹*Universidad de Burgos*

RESUMEN

La importancia de la reputación corporativa a la hora de alcanzar ventajas competitivas sostenibles para la empresa, ha generado un creciente interés en la investigación en torno a sus antecedentes. El presente trabajo establece los argumentos teóricos sobre la relación entre las características relativas a la independencia, pericia y diligencia del comité de auditoría, en la calidad del sistema de gestión de riesgos empresariales (GRE) y en la reputación corporativa. También se plantea el efecto mediador de la calidad del sistema de GRE, en la relación entre las características del comité de auditoría (independencia, pericia y diligencia) y la reputación corporativa. Además, este trabajo hace una propuesta de análisis empírico para testar las hipótesis planteadas en una muestra de empresas cotizadas en el mercado continuo español.

Palabras clave: Reputación Corporativa, Comité de Auditoría, Gestión de Riesgos Empresariales.

ABSTRACT

The importance of corporate reputation in achieving sustainable competitive advantages for the company has generated a growing interest regarding its determinants. This paper develops a theoretical framework about the relationship between the characteristics relating to the governance structures, the quality of Enterprise Risk Management (ERM) systems and corporate reputation. The study also argues the mediating effect of ERM systems in the relationship between the audit committee characteristics, and corporate reputation. In addition, this paper makes a proposal of empirical analysis to test the hypotheses in a sample of Spanish companies.

Keywords: Corporate Reputation, Audit Committee, Enterprise Risk Management.

1. INTRODUCCIÓN

La reputación corporativa ha sido caracterizada por los directivos como el activo intangible más importante de la empresa [1]. La literatura previa ha puesto de manifiesto que la reputación corporativa influye en la actitud de cooperación de los stakeholders. Las empresas con buena reputación corporativa disfrutan de una mayor capacidad de atracción y mantenimiento de clientes, [2], [3]; unos precios superiores [2]; [4], [5]; una mayor confianza e identificación de los clientes con la empresa [6];

afecta a la intención de compra [7], [8]; captan a mejores candidatos [4], [9], y afecta a la satisfacción de los empleados [2], [3], [4]. También se traduce en una mayor atracción de inversores y un acceso a los mercados de capitales en condiciones ventajosas [10], [11]; e influye en la atracción de proveedores [12]. Todas estas ventajas derivadas de la reputación corporativa favorecen la sostenibilidad de los resultados de la empresa [13], [14]. Estos argumentos teóricos y la evidencia empírica relativa al potencial de ventaja competitiva sostenible derivada de la reputación corporativa [14] han despertado un gran interés por ahondar en los antecedentes y en la gestión de este activo. Investigaciones han analizado diferentes determinantes de la reputación como el rendimiento financiero [15], [16], [17], el riesgo [15], [16], [17]; la diversificación [17]; el tipo de estrategia competitiva [17], la estructura de propiedad [15], [16], [17], [18] o las acciones filantrópicas [15], [17], entre otros. Dentro de esta línea de investigación, [18] y [19], muestran que el tamaño y la composición del consejo influyen en la reputación corporativa. Sin embargo, la literatura académica aún no ha abordado el potencial impacto del comité de auditoría (CA) en la reputación corporativa.

El CA puede influir en la reputación corporativa por varios motivos. En primer lugar, tiene delegada la función de gestión de riesgos empresariales (GRE), que influye a su vez, en la reputación de la empresa [20]. Segundo, la presencia del CA es obligatoria y este tiene amplias atribuciones en empresas cotizadas. Por lo tanto, las características del CA pueden ser utilizadas como señal por los stakeholders para establecer sus expectativas sobre la capacidad de la empresa para satisfacer sus intereses. De acuerdo con investigaciones previas [21], [22], la independencia, pericia y diligencia son rasgos de un CA deseados para lograr la efectividad.

2. MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

2.1. El papel del Comité de Auditoría en la Gestión de Riesgos

El término de gestión de riesgo empresarial fue formulado por el *Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission* (COSO, 2004), definiéndolo como: *“un proceso, efectuado por el consejo de administración, la dirección y otro personal, aplicado al establecimiento de la estrategia y a nivel de toda la empresa, diseñado para identificar eventos potenciales que puedan afectar a la entidad, y gestionar el riesgo dentro de un marco de tolerancia de riesgo, para proporcionar una seguridad razonable sobre la consecución de objetivos”*. De esta definición se deduce que la GRE es una herramienta para obtener una visión holística del riesgo del negocio. En los últimos años como consecuencia de los numerosos escándalos financieros y de la actual crisis mundial, los stakeholders demandan una mayor supervisión de los riesgos claves para asegurar que el valor sea preservado y mejorado [23]. Tanto el marco normativo como la literatura académica atribuye al consejo de administración el papel de supervisor del diseño y de la operatividad del sistema de GRE [20], [24]. Los miembros del consejo han de ser conscientes del valor de esta herramienta y han de contribuir no solo con su conocimiento y experiencia [36], [20], sino que, además han de ser críticos y supervisar [20] los procesos adoptados por la dirección para identificar los riesgos y priorizarlos [24]. Por otra parte, ha de estar alerta de posibles riesgos derivados de comportamientos oportunistas de los directivos [24]. Sin embargo en el consejo recaen una gran cantidad de responsabilidades, y surge la necesidad de delegación de ciertas tareas en comisiones especializadas [20], [21]. El marco normativo

actual tanto en el contexto internacional como nacional (Código Unificado de Buen Gobierno ,2015), determina que la GRE es una competencia delegada al CA. Desde el ámbito académico, también se reconoce como una función atribuida al CA [20] [26]. Sin embargo, la literatura relativa al estudio del CA, ha analizado otros aspectos como los relacionados con su impacto en el proceso de auditoría [27], [28], o su papel en la calidad de la información financiera de la empresa [29][30], mientras que el estudio de su influencia en la GRE ha sido escaso. Por otra parte, los pocos estudios desarrollados hasta el momento, se han centrado en el grado en el que el CA tiene delegada la GRE. Los resultados obtenidos por [31] evidencian el papel significativo que juega el CA, en la consecución de los objetivos de la GRE. [32] encuentran que la mayor parte de grandes empresas (77,3%) y empresas cotizadas (74,5%), delegan la función de la supervisión de riesgos empresariales en el CA. Los argumentos expuestos hasta el momento reflejan el papel del CA en la GRE. En este sentido, las características del CA, que condicionan su nivel de efectividad, en particular la independencia, diligencia y pericia, pueden influir en el la calidad del sistema de GRE.

2.1.1. El papel de la independencia en la calidad del sistema de Gestión de Riesgos

Se consideran consejeros independientes aquellos que, designados en atención a sus circunstancias personales y profesionales, puedan desempeñar sus funciones sin verse condicionados por relaciones con la sociedad o su grupo, sus accionistas significativos o sus directivos. En el caso concreto del CA, los consejeros independientes aportan objetividad a los juicios del comité para la mejor satisfacción de los intereses de los accionistas [21]. La motivación de actuación que lleva a los independientes a actuar de forma diligente se basa en preocupaciones reputacionales y consecuencias judiciales [33], [34]. Efectivamente, estos consejeros independientes están más preocupados sobre el daño en su reputación que los internos [33] [35] y, por ello, se espera que proporcionen una mayor supervisión.

Además, existe evidencia empírica previa que sustenta la idea de que la independencia de los consejeros en el CA favorece la efectividad del órgano, reflejada ésta de diferentes formas. Por un lado, de acuerdo con los planteamientos de la Teoría de Agencia, la dirección es aversa a la hora de revelar la información financiera [36], mientras que la presencia de consejeros independientes mejora la calidad de la información financiera [29], [30], [37], [38], y reduce el posible comportamiento oportunista [37], [38]. Por otra parte, la literatura ha evidenciado que comités de auditoría formados por independientes mejoran el proceso de auditoría [22], [28], [39], [40], y la efectividad del control interno [28], [41], [42], [43]. En cuanto al papel del CA en la GRE, la escasa literatura desarrollada hasta el momento evidencia la importancia de mantener consejeros independientes para el desarrollo de esta función [44]. Las manifestaciones teóricas y empíricas previas nos permiten considerar la independencia como una característica que mejora la efectividad del comité en sus múltiples responsabilidades y por ello proponemos extender este argumento a su función en la GRE. Por todo ello planteamos que:

Hipótesis 1: La proporción de miembros independientes en del CA influye positivamente en la calidad del sistema de GRE.

2.1.2. El papel de la pericia en la calidad del sistema de Gestión de Riesgos

La pericia se define como la sabiduría, práctica, experiencia y habilidad que posee un individuo en una ciencia o arte (RAE). La ley de Sociedades de Capital, exige que al menos uno de los integrantes del CA sea designado teniendo en cuenta sus conocimientos y experiencia en materia de contabilidad, auditoría o en ambas. Incluso los propios miembros del comité reconocen la importancia de tener conocimientos, en contabilidad, auditoría o derecho [45]. De hecho, la literatura reconoce que un número considerable de consejeros de CA, debería tener conocimientos técnicos sobre riesgos, o una elevada experiencia que le dieran una perspectiva sólida respecto a los riesgos a los que se expone la empresa [46]. Sin embargo, los miembros del comité tienen procedencias diversas y podrían no tener la experiencia o el conocimiento técnico requerido para su funcionamiento efectivo [47]. La opinión de que comités de auditoría efectivos deben contener miembros que tengan conocimientos en finanzas es consistente con los resultados de investigaciones previas [48], [49].

Desde un punto de vista empírico se respalda la importancia de la presencia de expertos dentro del órgano para el desempeño eficaz de las funciones atribuidas. La presencia de consejeros expertos tiene un efecto positivo en la calidad del proceso de auditoría, [22], [27], [39], [40]; en la calidad de la información financiera emitida [37], [50], [51]; y sobre la calidad del control interno [41], [42], [43], [52]. Además, aquellas empresas que cuentan con comités más expertos gestionan y toman mejores decisiones que se traducen en mejores resultados [53]. En cuanto al papel que desempeña el comité en la GRE, los consejeros han de tener ciertos conocimientos de los riesgos a los que se enfrenta la firma y de los mecanismos para contenerlos [20], [24]. Por todo esto, se deduce que la pericia es una característica de los consejeros deseada para mejorar la eficacia del CA. Si esta efectividad se traduce como mayor competencia a la hora de gestionar el sistema de riesgos empresariales, entonces:

Hipótesis 2a: El nivel de formación medio de los miembros del CA influye positivamente en la calidad del sistema de GRE.

Hipótesis 2b: La formación en economía y empresa entre los miembros del CA influye positivamente en la calidad del sistema de GRE.

2.1.3. El papel de la diligencia en la calidad del sistema de Gestión de Riesgos

La legislación mercantil (artículo 225.2 de Ley de Sociedades Cotizadas), recoge el deber de diligencia por parte de los administradores, y, en concreto, reclama una dedicación adecuada y una adopción de las medidas precisas para la buena dirección y control de la sociedad. La diligencia es el determinante más importante de la efectividad del CA [47], y se define como la disposición de los miembros del comité a trabajar de forma conjunta en lo que sea necesario para el correcto funcionamiento de la organización [21]. Sin embargo, es difícil medir la dedicación de los consejeros de forma precisa. El proxy más común utilizado por la literatura académica para la medición de esta variable, ha sido el número de reuniones del CA. Las investigaciones muestran que los comités efectivos tienen reuniones de forma regular [54]. Consistente con esta idea, diversas investigaciones han mostrado que el número de reuniones influye positivamente en la calidad de la información financiera [35], [37], [44], [38], [53], [50], [55] y a su vez afecta a la calidad del proceso de auditoría [27] [22]. Además, los comités que se reúnen con una mayor frecuencia, realizan un control interno

más efectivo [56], [57] En lo relativo a la GRE, es necesario que el CA asigne en su agenda, tiempo y atención suficiente para la supervisión de las políticas de riesgo de forma periódica [20].

Por todo lo argumentado, la característica de diligencia es uno de los rasgos más importantes para lograr un funcionamiento efectivo por parte del CA por lo que se propone:

Hipótesis 3: La mayor diligencia del CA influye positivamente en la calidad del sistema de GRE.

2.2. La influencia del Comité de Auditoría en la reputación corporativa

2.2.1. Impacto del Comité de Auditoría en la Reputación Corporativa a través del Sistema de Gestión de Riesgos

En la literatura podemos encontrar múltiples definiciones de reputación corporativa.[58] define la reputación corporativa como “la agregación de las percepciones de cada uno de los participantes sobre cómo la organización responde y satisface a las demandas y expectativas de los stakeholders de la organización”. [59] la define como “una representación colectiva de las acciones pasadas de la compañía y expectativas de futuro que describen cómo los aportantes de recursos interpretan las iniciativas de la compañía y valoran su habilidad para distribuir el valor generado”. Estas definiciones muestran que la reputación corporativa se basa en las expectativas sobre la capacidad de la empresa para satisfacer los intereses de sus stakeholders y que se construye por la agregación de las expectativas de todos los participantes. La satisfacción de todos y cada uno de los stakeholders depende de que la empresa genere valor suficiente y de su equilibrada distribución entre los stakeholders [60], [61].

La GRE afecta a la reputación corporativa a través de dos vías: en primer lugar, a través de la creación y distribución del valor, y en segundo lugar, a través de su fragilidad. En cuanto a la primera, la creación y distribución del valor y, por tanto, la satisfacción de los participantes se ve muy afectada por los riesgos asumidos por la empresa en sus actividades. De tal forma, que los riesgos asumidos por la empresa en alguna de las relaciones pueden afectar a la distribución del valor de todos los participantes cuando la organización no sea capaz de cumplir con las expectativas de un stakeholder concreto (The Chartered Institute of Management Accountants). Por tanto, una mala GRE puede afectar negativamente a la satisfacción de los participantes y, por lo tanto, a la reputación corporativa. De hecho, las empresas en las que se ha puesto de manifiesto que se estaban asumiendo unos riesgos excesivamente elevados en su gestión no han satisfecho los intereses de sus participantes y se ha deteriorado la reputación corporativa [62]. En este sentido, a modo de ejemplo, excesivos riesgos operativos en Merck (lanzamiento de medicamento no suficientemente testado) y Exxon Valdez o BP (negligencia a la hora de la construcción de sus plataformas y oleoductos sin respetar los procedimientos y estándares establecidos, y a su vez una falta de mecanismos de contingencia) precipitaron impactos negativos sobre determinados stakeholders teniendo su efecto inmediato en una caída de su reputación corporativa. Los riesgos éticos excesivos de Wal-Mart con la venta de productos fabricados con mano de obra infantil también tuvieron su traducción en la reputación corporativa). Estas y otras muchas crisis reputacionales nos evidencian que los riesgos excesivos, cualquiera que sea su origen, desequilibran el reparto del valor y deterio-

ran la reputación de la empresa. Sin embargo, no todas las crisis tienen su origen en una elevada tolerancia a los riesgos por parte de la empresa, sino que toda actividad económica conlleva ciertos riesgos, que a pesar de los esfuerzos de la empresa por su minimización, pueden llegar a manifestarse. Además, la credibilidad de la reputación corporativa resulta del desequilibrio entre su lento proceso de construcción de una buena reputación, y su potencial rápida destrucción [1]. Esta fragilidad característica de la reputación corporativa hace necesaria una GRE que trate de evitar la posibilidad de un daño en la reputación corporativa. También, las crisis reputacionales ponen de manifiesto la dificultad que tienen las empresas en recuperar la reputación perdida e incluso, en muchos casos, nunca llegan a recuperarla del todo [63]. Evidencias empíricas previas han testado que menores riesgos favorecen la reputación corporativa, aunque es cierto que esta literatura es limitada y se centra en los riesgos financieros [16], [17], [19]. Por otra parte, muchas de las consultoras internacionales recomiendan una GRE integral como herramienta para de gestión de la reputación.

Con los argumentos desarrollados, y las hipótesis previas, relativas al papel de las características del CA en su eficacia en la GRE, nos llevan a plantear una relación entre las características del CA y la reputación corporativa mediada por la calidad del sistema de GRE.

Hipótesis 4: Una mayor proporción de miembros independientes en el CA influye positivamente en la reputación corporativa a través de una mayor calidad del sistema de GRE.

Hipótesis 5a: Un mayor nivel de formación medio de los miembros del CA influye positivamente en la reputación corporativa a través de una mayor calidad del sistema de GRE.

Hipótesis 5b: La formación en economía y empresa entre los miembros del CA influye positivamente en la reputación corporativa a través de una mayor calidad del sistema de GRE.

Hipótesis 6: Un mayor grado de diligencia del CA influye positivamente en la reputación a través de una mayor calidad del sistema de GRE.

2.2.2. Influencia de las características del Comité de Auditoría en la reputación corporativa a través de la percepción de los stakeholders

Los argumentos desarrollados hasta el momento plantean una relación entre las características del CA y la reputación corporativa que está mediada por el sistema de GRE. Sin embargo, es posible que la relación entre las dos variables sea directa. Las asimetrías informativas llevan a los stakeholders a utilizar señales informativas –e.g., resultado financiero, tamaño o edad- para establecer sus expectativas sobre la capacidad de la empresa para satisfacer sus intereses [15], [16],[17], [18]. Por tanto, será utilizado como señales, la información sobre las características de la empresa que permitan anticipar la capacidad de crear valor de la empresa y de repartirlo de forma adecuada entre sus participantes [29]. A la vez, la información que los stakeholders utilizan como señales está influenciada por el contexto institucional [18] [64]. De esta forma, las recomendaciones del Código de Buen Gobierno pueden influir en la selección de señales informativas por parte de los stakeholders. En este sentido, la independencia, pericia y diligencia, recomendadas en el Código de Buen Gobierno serán utilizadas como señal por los participantes de la empresa. Investigaciones previas han evidenciado que las

características de la estructura del consejo de administración, pueden afectar a las expectativas de los stakeholders [65] [66] y, por ende, a la reputación corporativa [18], [19]. Debido al importante papel del CA en la GRE y en la distribución del valor de la empresa, sus características pueden ser una señal para los stakeholders e influir en la reputación corporativa. En este sentido, la literatura previa ya ha encontrado evidencia de la relación de las características del CA y las expectativas de algunos stakeholders. [67] hallan que la independencia y la pericia de los consejeros del comité, mejora la credibilidad de los inversores. En el mismo sentido, [68] contrastan que el nombramiento de un experto en finanzas como miembro del comité aumenta el valor de la firma [69] también evidencian que el nombramiento como miembro de un experto en contabilidad y finanzas tiene un efecto positivo en la respuesta del mercado. Los argumentos teóricos y las evidencias empíricas previas nos llevan a anticipar una posible relación directa entre el cumplimiento de las recomendaciones en materia de independencia, pericia y diligencia y la reputación corporativa.

Hipótesis 7: Una mayor proporción de miembros independientes en el CA influye positivamente en la reputación corporativa.

Hipótesis 8a: Un mayor nivel de formación medio de los miembros del CA influye positivamente en la reputación corporativa.

Hipótesis 8b: La formación en economía y empresa entre los miembros del CA influye positivamente en la reputación corporativa.

Hipótesis 9: Un mayor grado de diligencia del CA influye positivamente en la reputación corporativa.

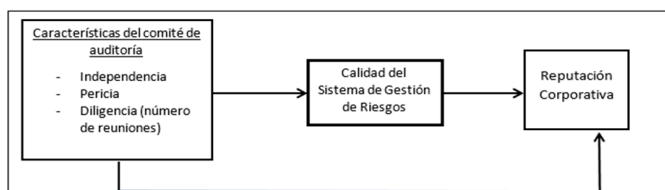


Figura 1. Modelo.

3. MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS

3.1. Muestra

Las hipótesis van a ser testadas en una muestra de empresas Españolas que cotizan en el mercado continuo durante el periodo 2008-2014.

3.2. Variables

La principal fuente de información que utilizamos para la medición de las variables independientes son los Informes de Gobierno Corporativo de las empresas de la muestra, disponibles al público en la web de la Comisión Nacional del Mercado de Valores. El grado de independencia del CA la medimos con el porcentaje de consejeros independientes que forman dicho comité. Esta variable es similar a la empleada en investigaciones previas [28], [29], [39], [52]. La pericia se analiza a partir de dos medidas, nivel educativo, y tipo de formación de los consejeros. Para medir el nivel

de formación empleamos una escala de 1 a 5, en el que el valor 1 se asigna a miembros del CA con formación no universitaria y 5 a individuos con título de Doctor. La variable final considerada será el nivel medio de educación del comité. El tipo de formación se mide a través del porcentaje de miembros del CA que tiene formación en Economía y Empresa. Siguiendo investigaciones previas, la variable independiente diligencia, se mide con el número de reuniones anuales llevadas a cabo por el CA [55].

Para la variable dependiente, en los análisis empleamos el logaritmo neperiano del índice de reputación corporativa obtenido por aquellas empresa incluidas en el índice MERCO. Este índice, que identifica las 100 empresas más reputadas de España, ya ha sido empleado en la investigación académica [24], [29]. Este índice es muy similar al *ranking Most Admired American Companies* publicado por la revista Fortune, una de las medidas más utilizadas en la literatura [14], [76], [70].

Debido a la inexistencia por parte de la literatura previa de una medida generalizadamente contrastada para la medición de la calidad del sistema de GRE elaboramos una escala de medición propia. Para la verificación de la escala se realizará un pretest con expertos en GRE. La fuente de información para la calificación de cada empresa se basará en la información disponible en los informes de Buen Gobierno Corporativo. Para asegurar que el sistema de riesgos está bien categorizado, usaremos un proceso en dos pasos [71]. Primero, dos autores de forma separada analizarán la información contenida en los informes de buen gobierno de cada empresa para evaluar el grado de desarrollo de su sistema de riesgos. Posteriormente, los dos investigadores, resolverán sus diferencias a través de una discusión hasta llegar a un acuerdo final de categorización del sistema de riesgos. Para evaluar la fiabilidad entre evaluadores, usaremos el alpha de Krippendorff, que nos indicará la validez de nuestro análisis. Para condensar la información extraída por los evaluadores en una segunda etapa realizaremos un análisis factorial exploratorio. Por último, para el estudio de la fiabilidad de la escala propuesta hallaremos el alpha de Cronbach.

Empleamos seis variables de control: tamaño, edad, rentabilidad financiera, apalancamiento, estructura del consejo de administración y sector. El tamaño de la empresa se mide a través del logaritmo del total de activos de la empresa. Existe evidencia empírica que pone de relieve que las grandes empresas tienen mejor reputación corporativa [19], [70]. Las grandes empresas son más visibles en los mercados, y están más vigiladas por las diferentes audiencias. Aunque la literatura previa muestra resultados ambiguos sobre la influencia de la edad de la empresa en la reputación corporativa [72], [73], introducimos la variable porque la reputación de la empresa se va acumulando lentamente [2], [73] [74]. Otra variable de control es la rentabilidad de los fondos propios (ROE). Los stakeholders usarán los resultados financieros anteriores de la compañía para estimar los resultados futuros, lo que influirá en las expectativas sobre las posibilidades de satisfacción de sus intereses. Investigaciones previas han mostrado que el rendimiento financiero de la empresa influye positivamente en la reputación corporativa [75], [76]. El apalancamiento de la empresa es otra variable que tradicionalmente se introduce en estudios de reputación corporativa [16], [19]. La medida de apalancamiento utilizada es el ratio de deuda entre los fondos propios. A su vez ha sido probado que estructura del consejo de administración influye en la reputación [19], por ello incorporamos las características de tamaño del consejo, medida como el logaritmo del número de consejeros, y composición medida como proporción de consejeros internos y proporción de consejeros independientes. Por último, contro-

lamos el sector y el año con las variables dummies temporales y de industria. Para ello usamos la clasificación del CNAE.

3.3. Metodología

Para evitar las consecuencias de la posible relación endógena entre las variables analizadas, empleamos un análisis de datos de panel con el estimador generalizado de los momentos System GMM [77]. Este estimador al emplear variables instrumentales puede controlar efectos de la endogeneidad. Además se evitan los problemas de heterogeneidad inobservable constante que surge de aspectos particulares de cada empresa permanente a lo largo del tiempo. Asimismo, al tratarse de un enfoque dinámico, también tiene en cuenta la inercia de las variables dependientes a lo largo del tiempo como es el caso de la reputación corporativa, que debido a su lenta acumulación, la medida de medida de reputación en un periodo de tiempo está muy condicionada por sus valores previos.

4. CONTRIBUCIONES Y LIMITACIONES

Este trabajo aporta en primer lugar a la literatura relativa a la reputación corporativa. Se pone de manifiesto que la estructura del CA y el sistema de GRE, pueden ser factores determinantes o antecedentes de la reputación corporativa. Además, se contribuye, tanto desde un punto de vista teórico como empírico, al desarrollo de la literatura sobre la función del CA en la GRE, que a pesar de su relevancia, ha sido poco estudiada [26]. En tercer lugar, los resultados de este trabajo pueden contribuir a las explicaciones sobre el papel del CA en los resultados empresariales [53]. En concreto, los resultados esperados de este trabajo pueden sugerir que la influencia del CA en los resultados de la empresa puede estar mediada por la reputación corporativa. Por lo tanto, como líneas futuras de estudio proponemos el análisis del papel mediador que puede tener la reputación de la empresa en la relación entre la estructura de gobierno y los resultados financieros de la empresa ya que existen artículos que avalan la relación directa. Cabe resaltar la relación propuesta a través de argumentos teóricos y de ejemplos empresariales reales, que ponen de manifiesto la relación existente entre el sistema de gestión de los riesgos y la reputación corporativa de la empresa, y de cómo una buena o mala gestión de este instrumento puede llevar a las empresas a ser percibidas de una forma positiva o negativa, y en consecuencia, obtener o perder ventajas competitivas que proporciona una cierta reputación corporativa. Sobre las limitaciones del artículo, se introduce por primera vez una medida de calidad del sistema de GRE, reconociendo que la inexistencia de una escala previa en la literatura supone una debilidad del estudio. Sin embargo, debido al carácter pionero e innovador del artículo, animamos a que investigaciones futuras trabajen sobre el perfeccionamiento una medida de GRE. Por último, la información a la que se puede acceder sobre los consejeros no independientes es reducida, por lo que puede ser que la medida no capte bien el nivel de pericia del consejo.

REFERENCIAS

- [1] Hall, R. (1992). The strategic analysis of intangible resources. *Strategic management journal* 13(2), pp. 135-144
- [2] Fombrun, C. J. (1996). *Reputation: Realizing value from the corporate image* (Vol. 72). Boston, MA: Harvard Business School Press.

- [3] Villafañe, J. (2004). La buena reputación. Claves del valor intangible de las empresas, 1.
- [4] Fombrun, C. J., & Van Riel, C. B. (2004). *Fame & fortune: How successful companies build winning reputations*. FT Press.
- [5] Shapiro, C. (1983). Premiums for high quality products as returns to reputations. *The quarterly journal of economics* 98(4), pp. 659-679.
- [6] Keh, H. T., & Xie, Y. (2009). Corporate reputation and customer behavioral intentions: The roles of trust, identification and commitment. *Industrial Marketing Management* 38(7), pp. 732-742.
- [7] Gatti, L., Caruana, A., & Snehota, I. (2012). The role of corporate social responsibility, perceived quality and corporate reputation on purchase intention: Implications for brand management. *Journal of Brand Management* 20(1), pp. 65-76.
- [8] Yoon, E., Guffey, H. J., & Kijewski, V. (1993). The effects of information and company reputation on intentions to buy a business service. *Journal of Business Research*, 27(3), pp. 215-228.
- [9] Stigler, G.J. (1962) Information in the labor market. *The Journal of Political Economy*, 77(1) pp. 94-105.
- [10] Beatty, R. P., & Ritter, J. R. (1986). Investment banking, reputation, and the underpricing of initial public offerings. *Journal of financial economics* 15(1), pp. 213-232.
- [11] Dowling, G. (2006b). Reputation risk: it is the board's ultimate responsibility. *Journal of Business Strategy*, 27(2), pp. 59-68
- [12] Chun, R., Da Silva, R., Davies, G., & Roper, S. (2005). *Corporate reputation and competitiveness*. Routledge.
- [13] Delgado-García, J. B., Quevedo-Puente, E., & Díez-Esteban, J. M. (2013). The impact of corporate reputation on firm risk: A panel data analysis of spanish quoted firms. *British Journal of Management* 24(1), pp.1-20
- [14] Roberts, P. W., & Dowling, G. R. (2002). Corporate reputation and sustained superior financial performance. *Strategic management journal* 23(12), pp.1077-1093.
- [15] Brammer, S., & Millington, A. (2005). Corporate reputation and philanthropy: An empirical analysis. *Journal of Business Ethics* 61(1), pp. 29-44
- [16] Brammer, S. J., & Pavelin, S. (2006). Corporate reputation and social performance: The importance of fit. *Journal of Management Studies* 43(3), pp. 435-455.
- [17] Fombrun, C. J. and M. Shanley (1990). 'What's in a name? Reputation building and corporate strategy', *Academy of Management Journal* 33(2), pp. 233-258.
- [18] Delgado-García, J. B., Quevedo-Puente, D., La Fuente-Sabaté, D., & Manuel, J. (2010). The impact of ownership structure on corporate reputation: Evidence from Spain. *Corporate Governance: An International Review* 18(6), pp. 540-556.
- [19] Brammer, S., Millington, A., & Pavelin, S. (2009). Corporate reputation and women on the board. *British Journal of Management* 20(1), pp.17-29.
- [20] Branson, B. C., Fraser, J., & Simkins, B. J. (2010). The role of the board of directors and senior management in enterprise risk management. *Enterprise Risk Management*, pp. 51-67

- [21] DeZoort, F. T., Hermanson, D. R., Archambeault, D. S., & Reed, S. A. (2002). Audit committee effectiveness: A synthesis of the empirical audit committee literature. *Journal of accounting literature*, 21, pp. 38.
- [22] Zaman, M., Hudaib, M., & Haniffa, R. (2011). Corporate governance quality, audit fees and Non Audit services fees. *Journal of Business Finance & Accounting*, 38(12), pp. 165-197.
- [23] Lam, J. (2011). The role of the board in enterprise risk management. *The RMA Journal* 93(7), pp. 51-55.
- [24] Tonello, M. (2007). Risk governance and governance risk. *Directorship*, 33(5) pp. 64-66.
- [25] Zahra, S. A., & Pearce, J. A. (1989). Boards of directors and corporate financial performance: A review and integrative model. *Journal of management* 15(2), pp. 291-334
- [26] Turley, S., & Zaman, M. (2004). The corporate governance effects of audit committees. *Journal of management and governance* 8(3), pp. 305-332.
- [27] Archambeault, D., & DeZoort, F. T. (2001). Auditor opinion shopping and the audit committee: An analysis of suspicious auditor switches. *International Journal of Auditing*, 5(1), pp. 33-52.
- [28] Beasley, M. S., & Petroni, K. R. (2001). Board independence and audit-firm type. *Auditing: A journal of practice & theory*, 20(1), pp. 97-114
- [29] Beasley, M. S. (1996). An empirical analysis of the relation between the board of director composition and financial statement fraud. *Accounting Review* 71(4), pp. 443-465.
- [30] Carcello, J. V., & Neal, T. L. (2003). Audit committee characteristics and auditor dismissals following "new" going-concern reports. *The Accounting Review*, 78(1), pp. 95-117.
- [31] Cohen J., Krishnamoorthy G. and Wright A. (2014). Enterprise Risk Management and the Financial Reporting Process: The Experiences of Audit Committee Members, CFOs, and External Auditors. Working Paper.
- [32] Beasley, M., Branson, B., & Hancock, B. (2014). Report on the current state of enterprise risk oversight. The ERM Initiative at North Carolina State University, Raleigh, NC.
- [33] Fama, E. F., & Jensen, M. C. (1983). Agency problems and residual claims. *Journal of law and Economics* 26(2), pp. 327-349.
- [34] Fama, E. F. (1980). Agency Problems and the Theory of the Firm. *The journal of political economy* 88(2), 288-307.
- [35] Abbott, L. J., & Parker, S. (2002). Audit committee characteristics and auditor switches. *Research in Accounting Regulation*, 15, pp. 151-166.
- [36] Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of financial economics* 3(4), pp. 305-360.
- [37] Abbott, L. J., Parker, S., & Peters, G. F. (2004). Audit committee characteristics and restatements. *Auditing: A Journal of Practice & Theory* 23(1), pp. 69-87.

- [38] Braiotta Jr, L., & Zhou, J. (2006). An exploratory study of the effects of the Sarbanes-Oxley Act, the SEC and United States stock exchange (s) rules on audit committee alignment. *Managerial Auditing Journal* 21(2), pp. 166-190.
- [39] Chen, K. Y., & Zhou, J. (2007). Audit Committee, Board Characteristics, and Auditor Switch Decisions by Andersen's Clients*. *Contemporary Accounting Research* 24(4), pp. 1085-1117.
- [40] Vafeas, N., & Waagelein, J. F. (2007). The association between audit committees, compensation incentives, and corporate audit fees. *Review of Quantitative Finance and Accounting* 28(3), pp. 241-255
- [41] Raghunandan, K., Rama, D. V., & Read, W. J. (2001). Audit committee composition, "gray directors," and interaction with internal auditing. *Accounting Horizons* 15(2), pp. 105-118.
- [42] Goodwin, J. (2003). The relationship between the audit committee and the internal audit function: Evidence from Australia and New Zealand. *International Journal of Auditing* 7(3), pp. 263-278.
- [43] Zain, M. M., Subramaniam, N., & Stewart, J. (2006). Internal auditors' assessment of their contribution to financial statement audits: The relation with audit committee and internal audit function characteristics. *International Journal of Auditing* 10(1), pp. 1-18.
- [44] Beasley, M. S., Clune, R., & Hermanson, D. R. (2005). Enterprise risk management: An empirical analysis of factors associated with the extent of implementation. *Journal of Accounting and Public Policy* 24(6), pp. 521-531.
- [45] DeZoort, F. (1997). An investigation of audit committees' oversight responsibilities. *Abacus* 33(2), pp. 208-227.
- [46] Kirkpatrick, G. (2009). The corporate governance lessons from the financial crisis. *OECD Journal: Financial Market Trends* 2009(1), pp. 61-87.
- [47] Kalbers, L. P., & Fogarty, T. J. (1993). Audit committee effectiveness: An empirical investigation of the contribution of power. *Auditing*, 12(1), pp. 24.
- [48] DeZoort, F. T. (1998). An analysis of experience effects on audit committee members' oversight judgments. *Accounting, Organizations and Society* 23(1), pp. 1-21.
- [49] DeZoort, F. T., & Salterio, S. E. (2001). The effects of corporate governance experience and financial-reporting and audit knowledge on audit committee members' judgments. *Auditing: A Journal of Practice & Theory* 20(2), pp. 31-47
- [50] Xie, B., Davidson, W. N., & DaDalt, P. J. (2003). Earnings management and corporate governance: the role of the board and the audit committee. *Journal of corporate finance* 9(3), pp. 295-316
- [51] Kelton, A. S., & Yang, Y. W. (2008). The impact of corporate governance on Internet financial reporting. *Journal of accounting and Public Policy* 27(1), pp. 62-87
- [52] Zhang, Y., Zhou, J., & Zhou, N. (2007). Audit committee quality, auditor independence, and internal control weaknesses. *Journal of accounting and public policy* 26(3), pp. 300-327.
- [53] Aldamen, H., Duncan, K., Kelly, S., McNamara, R., & Nagel, S. (2012). Audit committee characteristics and firm performance during the global financial crisis. *Accounting & Finance* 52(4), pp. 971-1000.

- [54] Menon, K., & Williams, D. D. (1994). The insurance hypothesis and market prices. *Accounting Review* 69(2), pp. 327-342.
- [55] McMullen, D. A., & Raghunandan, K. (1996). Enhancing audit committee effectiveness. *Journal of Accountancy*, 182(2), pp. 79.
- [56] Bronson, S. N., Carcello, J. V., & Raghunandan, K. (2006). Firm characteristics and voluntary management reports on internal control. *Auditing: A Journal of Practice & Theory*, 25(2), pp. 25-39.
- [57] Krishnan, G., and G. Visvanathan. 2008. Does the SOX definition of an accounting expert matter? The association between audit committee directors' accounting expertise and accounting conservatism. *Contemporary Accounting Research* 25 (3), pp. 827-857.
- [58] Wartick, S. L. (1992). The relationship between intense media exposure and change in corporate reputation. *Business & Society* 31(1), pp. 33-49.
- [59] Fombrun, C. J. (2002). *Corporate reputation: research and practice*. Conversazione. April, Santa Fe, NM.
- [60] Jensen, M. C. (2001). Value maximization, stakeholder theory, and the corporate objective function. *Journal of applied corporate finance*, 14(3), pp. 8-21.
- [61] Clarkson, M. E. (1995). A stakeholder framework for analyzing and evaluating corporate social performance. *Academy of management review*, 20(1), pp. 92-117.
- [62] Vergin, R. C., & Qoronfleh, M. W. (1998). Corporate reputation and the stock market. *Business Horizons*, 41(1), pp. 19-26.
- [63] Corporate reputation takes years to recover: Study. (2006). *CMA Management*, 80(6), pp. 10.
- [64] Fombrun, C. J., Gardberg, N. A., & Barnett, M. L. (2000). Opportunity platforms and safety nets: Corporate citizenship and reputational risk. *Business and society review* 105(1), pp. 85-106
- [65] Certo, S. T., Daily, C. M., & Dalton, D. R. (2001). Signaling firm value through board structure: An investigation of initial public offerings. *Entrepreneurship Theory and Practice* 26(2), pp. 33-50.
- [66] Filatotchev, I., & Bishop, K. (2002). Board composition, share ownership, and 'underpricing' of UK IPO firms. *Strategic Management Journal* 23(10), pp. 941-955
- [67] Bedard, J., Coulombe, D., & Courteau, L. (2008). Audit committee, underpricing of IPOs, and accuracy of management earnings forecasts. *Corporate governance: an international review* 16(6), pp. 519-535.
- [68] Davidson, W. N., Xie, B., & Xu, W. (2004). Market reaction to voluntary announcements of audit committee appointments: The effect of financial expertise. *Journal of Accounting and Public Policy* 23(4), pp. 279-293
- [69] DeFond, M. L., Hann, R. N., & Hu, X. (2005). Does the market value financial expertise on audit committees of boards of directors?. *Journal of accounting research* 43(2), pp. 153-193.
- [70] Roberts, P. W., & Dowling, G. R. (1997). The value of a firm's corporate reputation: How reputation helps attain and sustain superior profitability. *Corporate Reputation Review* 1(1), pp. 72-76.

- [71] Furrer, O., Thomas, H., & Goussevskaia, A. (2008). The structure and evolution of the strategic management field: A content analysis of 26 years of strategic management research. *International Journal of Management Reviews*, 10(1), pp. 1-23.
- [72] Rao, H. (1994). The social construction of reputation: Certification contests, legitimation, and the survival of organizations in the American automobile industry: 1895–1912. *Strategic Management Journal* 15(S1), pp. 29-44
- [73] Schultz, M., Mouritsen, J., & Gabrielsen, G. (2001). Sticky reputation: Analyzing a ranking system. *Corporate Reputation Review* 4(1), pp. 24-41
- [74] Weizsacker, C. C. Von (1980). A welfare analysis of barriers to entry. *The bell journal of economics*, 25(2), pp. 399-420.
- [75] Dunbar, R. L., & Schwalbach, J. (2000). Corporate reputation and performance in Germany. *Corporate Reputation Review* 3(2), 115-123.
- [76] McGuire, J. B., Schneeweis, T., & Branch, B. (1990). Perceptions of firm quality: A cause or result of firm performance. *Journal of Management* 16(1), pp. 167-180.
- [77] Arellano, M., & Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of econometrics* 68(1), pp. 29-51.

SPATIAL CORRELATIONS IN THE MELTING TRANSITION OF DNA FIBERS SUBMERGED IN SOLUTIONS

ADRIÁN GONZÁLEZ RODRÍGUEZ¹, ANDREW WILDES², SANTIAGO CUESTA LÓPEZ³,
JEAN-LUC GARDEN⁴, MICHEL PEYRARD⁵.

¹ *Institut Laue-Langevin, University of Burgos. Grenoble, France.*

² *Institut Laue-Langevin, Grenoble, France.*

³ *University of Burgos, Science and Technology Park, I+D+I Building, Burgos, Spain.*

⁴ *Institut Néel, Grenoble, France.*

⁵ *Laboratoire de Physique, Ecole Normale Supérieure de Lyon, Lyon, France.*

ABSTRACT

The melting transition or thermal DNA is still not completely understood due to the lack of structural information during the transition. In recent years neutron scattering techniques have proved to be suitable to account for this lack of information. Specifically the melting of fiber DNA submerged in different solutions (“wet fibers”) is mostly an unstudied avenue. In this work samples of fiber DNA in PEG and ethanol/water solutions are studied by DSC calorimetry, X-ray diffraction and neutron scattering in order to address the open questions about the optimal parameters for performing a melting experiment in wet DNA fibers.

Keywords: DNA melting, PEG, ethanol, denaturation bubbles, neutron scattering.

1. INTRODUCTION

The melting transition of DNA is the process in which an increase in temperature causes the hydrogen bonds between the nitrogenous bases of the DNA to break. This is, the base pairs go from a closed state to an open state. The number of openings increase with temperature. When reaching a critical temperature all the base pairs are broken and the two strands that formed the double helix separate. This event is also called helix to coil transition or thermal denaturation of DNA. An important trait of the melting transition is that the base pairs are not broken randomly but in a specific order. At the beginning of the transition this order in the openings creates regions of consecutively open base pairs which are commonly called denaturation bubbles. The melting transitions raises interesting fundamental questions as it allows the experimental study of a one dimensional system. The denaturation of the double helix has also applications widely used in bio-labs like the polymerase chain reaction [1] and the high resolution melting analysis [2]. DNA melting began to be studied soon after the discovery of the double helix but even now the transition is not completely understood due to the fact that the evolution of spatial correlations in the molecule during the transition is mostly unknown and this evolution is an important feature for characterizing the nature of any transition [3]. Such a spatial information is closely re-

lated with the size of the intact regions of the double helix which is in turn related with the size and distribution of the denaturation bubbles. This lack in information comes about because none of the traditional techniques used for investigating the transition can account for how the correlations change in function of temperature or namely what is the size and distribution of the denaturation bubbles at a given temperature. Techniques such as DSC calorimetry or Uv-Vis absorption are and have been useful for gauging thermodynamical parameters of the melting. However, as bulk techniques they are insensible to the distribution of the openings and can give only the fraction of open and closed base pairs at each temperature but not correlation among base pairs.

Scattering techniques, and specifically neutron diffraction, can account for this missing piece of information as Wildes et al. proved in recent years [4]. If thousands of molecules of DNA are placed together closely packed and parallelly oriented a DNA fiber is formed. Under proper humidification conditions the DNA molecules acquire the widely known B form and the fiber becomes semi crystalline. Such a system has a periodic order in one dimension, the direction of the axes of the fibers which are parallel to the axes of the DNA molecules. Thus the DNA fiber gives diffraction patterns as if it was a mono dimensional crystal or in which the scattering elements are mostly the base pairs of the DNA molecules. The principal characteristic of crystalline systems under diffraction studies is the detection of Bragg peaks [5].

Following closely the evolution of the Bragg peak related with the stacking of the base pairs (known in X-ray diffraction as the 10th layer peak) one can infer what is the evolution of the coherent length and the size of the closed domains during the melting transition. Wildes et al applied this methodology successfully to fiber DNA in the B [4] and A [6] form and they discovered the average size of the closed cluster stay relatively big (several turns of the double helix) even when the molecule is almost fully denatured. In the same framework ([4],[6]) they applied a nonlinear statistical model called Peyrard-Bishop-Dauxois model (PBD) [7]. Although the discrepancy between the model and the data is small [4], Wildes et al received criticism because one of the assumptions of the theory they used was that DNA molecules in the fiber do not interact with each other. This premise is arguable since as commented above a fiber has close packing of the molecules whereby one given molecule is constricted in a "cage" of its nearest neighbors.

The osmotic pressure method used by Podgornik and Parsegian [8] consists in submerging DNA fibers in a solution of water and some large molecule (commonly Polyethylene glycol, PEG). If the PEG is big enough to stay out of the DNA fiber it will exert an osmotic pressure on the DNA preventing it from dissolving. The concentration of PEG in solution is also an important factor for the condition of the PEG staying out of the fiber. Below a critical concentration even big PEGs will enter the DNA fiber favoring the solvation of the DNA. PEG not only stops the fibers from dissolving, at the same time it allows water molecules to enter the fiber matrix causing the DNA film to swell. This swelling increases the distance between the molecules. So the osmotic pressure method is a possible option for increasing the intermolecular distance inside the fibers, thereby decreasing the interaction among the DNA molecules. Thus this procedure may allow an experiment in conditions which match the theoretical requirements. Wildes et al. saw in this method a way to study the melting of ordered fibers in an aqueous environment ("wet fibers") and as a function of the confinement. Wildes et al. got some promising results [9] that prove the feasibility of

studying DNA melting in this conditions. The same study showed the osmotic pressure method allows apparently the melting transition to be followed to higher relative temperatures than in the dry fiber which can extend our knowledge of the transition. They also detected a coherent contribution to the low regions of the Bragg peak which has not been explained. Their conclusions were, nonetheless, restricted due to the high background, the asymmetry of the detected peak and difficulties in performing a complete melting of the fiber. It seems like further study is mandatory for a proper understanding of the melting in ‘wet fibers’.

This work presents a characterization of samples of ordered fiber DNA in solution which seems to be essential in order to study further the influence of the confinement of the fibers in the evolution of the spatial correlations during the melting transition of DNA.

2. METHODS

2.1. Sample Preparation

The DNA used in this work is DNA sodium salt from salmon testes purchased from Sigma Aldrich and was used without further purifications. For the preparation of the oriented fibers of DNA the wet spinning method was used, it is described elsewhere [10],[11]. The final product of this method is a film made of hundreds of fibers which in turn contain thousands of molecules of DNA. The size of the film could be changed in each preparation depending on the final application of the material.

All solutions cited in this work were made with polyethylene glycol (PEG) or ethanol mixed with a Tris EDTA buffer 0.1 M NaCl pH=7 prepared with heavy water (D_2O). The use of heavy water is only an asset for neutron scattering but we decided that using it in all our experiments makes the comparison of data sets from different methods more representative. The ethanol used for the neutron scattering experiment was full deuterated ethanol purchased from euriso-top.

PEG of three different molecular weight (MW) were used: 1.000, 6.000, and 20.000 MW. In the case of the ethanol mixtures additional NaCl was added after the mixing to assure that the concentration of the final solution was 0.1 M.

2.2. Calorimetry

Calorimetry measurements were made using a Seratam Micro DSC III. During the experiments two identical tubes, the sample and the reference tube, are subjected to a temperature ramp. Given that the contents of each tube have different specific heat for the temperature of the tubes to be equal at each moment the heat flux applied to each tube must be as well different. The differential heat flux, ΔP , can be related with the differential heat capacity, ΔC , using equation (1):

$$\Delta C = \Delta P \frac{dt}{dT} \quad (1)$$

Where t is time and T is the temperature.

A piece of DNA film of around 25 mg was placed in the sample tube for each of the experiments along with a 0.5 ml solution of PEG or ethanol. In the reference tube, the same amount and kind of solution was placed. The tube was sealed to conserve the water content during the measurement. Each sample was subjected to four successive

cycles of heating and cooling beginning the heating at 27 °C and finishing at 115 °C for the PEG and at 90 °C for the ethanol solutions. The heating and cooling rate for all of the measurements was 1 °C_{min}⁻¹.

The melting temperature T_m is the temperature in which 50% percent of the base pairs are open and 50% are closed so it is located at the middle point of the transition and it is a measurement of the stability of the DNA in the conditions studied. T_m is easily extracted from the calorimetry curves since it is the position of the peak that is associated with the melting of the DNA.

2.3. X-ray diffraction

X-ray diffraction patterns of DNA fibers in different ethanol solutions were recorded in an X-gen with a Mar345 detector plate. It is a $K\alpha$ source and the wavelength is 1.5418 Å. A small piece of DNA film (3x1 mm²) was mounted in a crystal capillary with its axis parallel to the capillary axis. A degassed solution of ethanol was placed in the capillary before it was sealed with vacuum grease to avoid evaporation. The incident beam was perpendicular to the fiber axis and the diffraction pattern was recorded on the plate at a distance from the sample equal to 175 mm. Inference about real space distances (like the intermolecular distance) can be gauge using X diffraction patterns using the Bragg law:

$$n\lambda = 2d \sin(\theta) \quad (2)$$

Being λ the wavelength, d the d-spacing and 2θ the angle between the incident beam and the scattered beam.

2.4. Neutron scattering

For the neutron scattering experiments two samples were prepared one in PEG solution; and another in ethanol solution. For each one several DNA films (for a total mass of 0.6 g roughly) were concertina folded and placed with their axes coaligned in square aluminum cassettes. Before the sealing of the cassette 0.8 ml of solution were added. In the case of the PEG sample the solution was 17% PEG of 6.000 MW (17% PEG 6k) and in the case of the ethanol sample it was 66% Ethanol. We also will use as a control a sample without solution formed by fibers humidified at 92% R.H. This sample is the same "dry sample" used in previous osmotic pressure experiments [9].

Diffraction measurements were carried out using the IN3 three axis spectrometer at the Institut Laue-Langevin, France. The instrument was configured with a pyrolytic graphite (PG) monochromator and analyser, and the wavelength was set to 2.36 Å ($\equiv 14.7\text{meV}$). The Q-resolution was defined by 40' collimation before and after the sample, and higher order wavelength contamination was suppressed using a PG filter. The instrument was used to measure reciprocal space maps.

In this work we defined the peak signal to noise ratio (PSNR) like the maximum intensity measured in the peak over the average intensity of the background.

3. RESULTS

3.1. Calorimetry

One of the problems Wildes et al faced during the initial experiment in fibers submerged in PEG [9] was that the melting transition was not over even when the temperature of the sample was over 100 °C. Since the solution in which the DNA is immersed is mainly water, temperatures much over 100 °C may cause the boiling of the liquid with a consequentially destruction of the sample. In fact some works suggest the possibility that long molecular weights PEG (PEG used in the experiment had MW=20.000) can stabilize the DNA, thus raising the melting temperature, due mostly to an excluded volume effect that causes an increase in water activity and thus a preferential hydration of the DNA molecules [12], [13]. The increase in the melting temperature seems to depend on the length and concentration of the PEG used. It is valuable to notice these results are not directly applicable to this work because the systems studied here are fundamentally different from theirs; they studied short DNA totally dissolved and here the samples are genomic DNA in fiber form. In order to achieve a complete study of the melting transition in PEG solutions with neutrons it is needed to isolate a PEG length and concentration that produces a melting temperature in the DNA which can be safely reached in the neutron experiments set up (something below 100 °C would be optimal).

In order to find these optimal parameters we measured calorimetric melting curves of our DNA fibers in concentrations ranging from $6 \cdot 10^{-3}$ M to 0.25 M of PEG 1.000, 6.000 and 8.000. An almost flat background and a clear lorentzian-like peak is observed for all the PEGs and concentrations.

The results suggest that the general trend presented in previous works with DNA in solution [12],[13] holds for fiber DNA regarding PEG length and concentration. The melting temperature increases with PEG concentration. For fixed concentration the melting temperature increases with the PEG's molecular weight. PEG 6.000 at the highest concentration measured (which is 17% w/w) shows a $T_m = 97.2$ °C. The films with PEG of this length and this concentration seemed to stay stable when submerged in the solution while films submerged in solutions of shorter PEG experimented an obvious decay that even come to a complete destruction of the film in some cases. This contrast suggests PEG 6.000 at this concentrations is not in fact entering the DNA fiber.

The same methodology was applied to mixtures of ethanol and water. Once again trends reported in the literature are qualitative reproduced. The decrease in melting temperature caused by the decrease in water activity in ethanol solutions could be an asset for melting experiments,

3.2. X-ray diffraction

Regarding the high background which arose in the experiment of Wildes et al. [9], there is not much room for improvement whilst using a PEG solution. PEG contains hydrogen which unavoidably will give a lot of incoherent scattering in a neutron experiment [15]. Fully deuterated versions of the polymer are commercially available but there are very expensive so using them is not a feasible option. In the search for other options mixtures of water and ethanol arose like a potential alternative. Ethanol will not dissolve the DNA fibers and there is evidence of DNA conserving the crys-

talline form over a relatively big range of ethanol concentrations [16]. In addition it is reasonable to try and do an experiment with full deuterated ethanol which should decrease appreciatively the background with respect to the PEG case. An important question is unresolved though, will the ethanol behave as PEG and increase the intermolecular distance when the fibers are submerged in the solution? In order to address this fundamental question we recorded X-ray patterns of fibers immersed in different water/ethanol mixtures.

Samples immersed in ethanol/water mixtures with ethanol concentrations ranging from 55% to 68% showed the typical x pattern of the semi crystalline B form of DNA and moreover two strong features in the middle of the image that are known as equatorial reflections. These reflections arise from the coherent scattering caused by the periodic side by side arrangement of the different molecules in the fiber and so the intermolecular distance is inversely proportional to the spacing between the two reflections [17].

Using the different patterns and eq. 2 it was discovered that indeed the intermolecular distance changes with the concentration of ethanol but the maximum increase observed with respect to a dry fiber [4] is 2%. It is important to notice that the expansion observed with PEG solutions is of the 50% or more so it is an open question if the reduction in the background compensates for this small increment in the intermolecular spacing. Another question is if the melting transition of fibers in ethanol will change with respect to the "dry" fiber [4].

3.3. Neutron scattering

The data collected using the previous techniques is undoubtedly useful for future studies of the melting transition but some questions could be solved only with a neutron scattering experiment.

We recollected reciprocal space maps (RSM) of the two samples (see methods 2.4) with the fiber axis in the scattering plane so we can study correlations along the molecule. Further information can be extracted from these RSM if one takes a scan along the fiber axis (a scan in Q_H at $Q_K = 0$). The results for both samples are presented in Fig. 1 along with an identical scan in the dry sample (also in methods 2.4).

The main feature in both cases is a strong and broad Bragg peak centered at 1.85 \AA^{-1} . This feature relates to a d spacing of 3.4 \AA which is the spacing between adjacent base pairs. This peak is the one Wildes et al monitored for following the transition [4]. The relation peak signal to noise (PSNR) is appreciably better in these measurements than in the ones performed by Wildes et al. [9]. In fact they found a PSNR of 1.4 in a sample of DNA submerged in 17% 20.000 PEG solution whiles we have around 1.62 for both the PEG and ethanol sample.

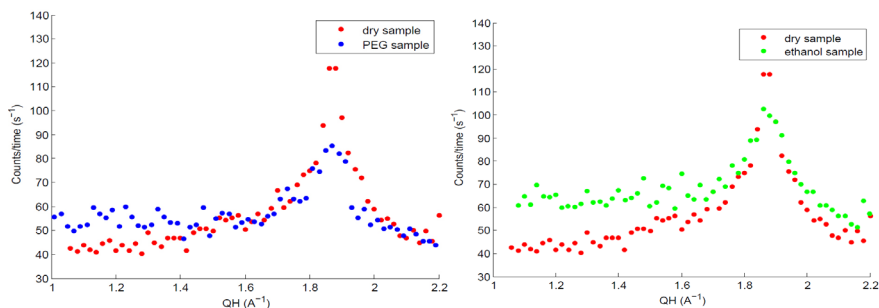


Figure 1. Longitudinal scan through the base pair related Bragg peak for the ethanol, PEG and dry sample (color online).

In the previous study the asymmetry of the peak stopped Wildes et al [9] for performing a robust quantitative analysis of the data. In Fig. 1 one can appreciate these results show more symmetric peaks that should make the analysis of the melting event more quantitative. The relative high background of the ethanol sample is an unexpected feature that we ascribed to an error in the sample preparation which introduced additional hydrogen to the sample. We hope to clarify this point in future tests before the melting experiments.

4. CONCLUSIONS

Samples similar to the ones that will be use in the next melting experiment were characterized and in the light of these results it is reasonable to argue that some problems inherently attached to the nature of the neutron experiments in wet fibers can be solved or at least their influence in the results and our capacity to interpret them can be minimized.

Namely the optimal PEG length and range of concentrations for achieving a complete melting has been found, X-ray and calorimetry in ethanol mixtures suggest a melting experiment using these kind of solutions is feasible although it may be not useful in relation to increase the intermolecular distance and finally the main complications which reduced the overall data quality in the first experiments, these are the high background and the anisotropy, have been appreciably reduced.

REFERENCES.

- [1] Garibyan, L. and Avashia, N.; *Journal of Investigative Dermatology*; (2013) 133 doi:10.1038/jid.2013.1.
- [2] Wittwer, C.T.; *Human Mutation* 30, 857-859 (2009).
- [3] Cowley, R. A.; in *Methods of Experimental Physics* vol. 23 part C. K. Skold and D. L. Price (eds) (Academic, Orlando, 1987) pp. 1 - 68
- [4] Wildes, A.; Theodorakopoulos, N.; Valle-Orero, J.; Cuesta-Lopez, S.; Garden, J.-L.; Peyrard, M. *Phys. Rev. Lett.* 2011, 106.
- [5] Anderson I.S, Hurd A.J, *Neutrons scattering applications and Techniques* (Springer), chapter 2.

- [6] Valle-Orero, J.; Wildes, A. R.; Theodorakopoulos, N.; Cuesta-L'opez, S.; Garden, J.-L.; Danilkin, S.; Peyrard, M. *New J. Phys.* 2014, 16, 113017.
- [7] M. Peyrard and A.R. Bishop, *Phys. Rev. Lett.* 62, 2755- 2758 (1989) and T. Dauxois, M. Peyrard and A.R. Bishop, *Phys. Rev. E* 47, R44-R47 (1993).
- [8] Podgornik, P.; Strey, H. H.; Gawrisch, K.; Rau, D. C.; Rupprecht, A.; Parsegian, V. A. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 1996, 93, 4261–4266.
- [9] Wildes, A.; Khadeeva, L.; Trewby, W.; Valle-Orero, J.; Peyrard, M.; *J. Phys. Chem. B* 2015, 119, 4441–4449. DOI: 10.1021/acs.jpcc.5b01343.
- [10] Rupprecht, A.; *Acta Chem. Scand.* 1966, 20, 494–504.
- [11] Rupprecht, A.; *Biotechnol. Bioeng.* 1970, 12,93–121.
- [12] Koumoto, K.; Ochiai, H. and Sugimoto, N. ;*Chemistry Letters* Vol.37, No.8 (2008).
- [13] Spink, C. H.; Garbett, N.; Chaires, J. B.; *Biophys. Chem.* 2007, 126, 176– 185.
- [14] Rupprecht, A; *FEBS Letters* 375 (1995) 174178.
- [15] K. Page, C. E. White, E. G. Estell, R. B. Neder, A. Llobet and Th. Proffen; *J. Appl. Cryst.* (2011). 44, 532-539; doi:10.1107/S0021889811001609.
- [16] Zimmerman, B.; *J. Mol. Biol.* (1979) 135, 1023-1027.
- [17] Zimmerman, B; *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* Vol. 76, No. 6, pp. 2703-2707, June 1979.

PROGRAMA DE EDUCACIÓN AFECTIVO-SEXUAL CON ADOLESCENTES TRABAJADORES MINEROS. POTOSÍ. BOLIVIA.

MARA GARCÍA RODRÍGUEZ

RESUMEN

El Programa Afectivo-Sexual diseñado específicamente para NAT's (Niños, Niñas y Adolescentes Trabajadores) de Bolivia, presenta una recopilación innovadora de dinámicas rediseñadas, adaptadas y agrupadas en sesiones que mantienen un estructurado orden de actuación, extraídas de varios Programas líderes en Educación Sexual. El análisis previo de este grupo de población y, en concreto, de los adolescentes sobre sus costumbres bolivianas y la convivencia en el hogar, advierte de las diferencias culturales a las que nos enfrentamos. El contrapunto lo pone la cercanía entre el compartido origen latino de la cultura española y boliviana. La realidad de estos jóvenes trabajadores, desde el punto de vista de la investigación, es fácil de interpretar y modificar si se utilizan las herramientas adecuadas, en este caso, bajo un cuestionario previo de actitudes, intereses y conocimientos afectivo-sexuales, cuyos resultados nos sirvieron para readaptar las sesiones del Programa, en base a las necesidades más urgentes de los protagonistas. El diseño, puesta en práctica y análisis de resultados muestra el enriquecimiento del aprendizaje en materia de Salud y Educación Sexual.

Palabras clave: Adolescentes trabajadores, Programa de Educación Afectivo-Sexual, Potosí, Bolivia.

ABSTRACT

The human sexuality programme specifically designed for NAT's (child and adolescent labour) in Bolivia, shows an innovative compilation consisting of a series of performances which have been redesigned, adapted and assembled in sessions which keep a fixed structure and order of performance and have been selected from several leading human sexuality education programmes. The prior analysis focused on this population segment, especially adolescents, concerning Bolivian traditions and family customs indicates that we have to deal with a great cultural diversity. However, Spain and Bolivia share a common cultural origin, which has proved greatly advantageous for our research. These young workers' situation, from the point of view of our research, is easy to understand and modify if we use suitable tools. In this case we used a prior survey to check attitude, interests and knowledge about human sexuality. The result of this prior test allowed us to readapt the programme sessions to the young workers' urgent needs. The design, implementation and analysis results show how much the children and adolescents learnt about Health Care and human sexuality education.

Keywords: Child and adolescent labour, Affective Sexual Education Program, Potosí, Bolivia.

1. INTRODUCCIÓN - JUSTIFICACIÓN

Nuestra misión como pedagogos es la de mejorar los lazos afectivos sirviéndonos del respeto, los buenos tratos, la educación sexual y la apuesta por una mejora de la situación frente a la violencia de género. El Programa de Educación Afectivo-Sexual diseñado y que se expone a continuación, inmerso en las nuevas tecnologías, llama la atención de los jóvenes, creando unas expectativas que facilitan expresar sus dudas y liberar sus miedos. La misma importancia a partes iguales que presenta la eficacia de un Programa, debe ser el interés y la fascinación que muestre el educador por la persecución del éxito del mismo. La formación sexual se trunca y pierde efectividad si no es considerada desde y junto con la educación afectiva. Se aprecian vacíos importantes a la hora de descubrir la importancia de la estima hacia la propia persona, la ausencia del valor del apego y la confianza depositada en personas cercanas, entender la cordialidad y sensibilidad que nace entre las personas de igual y/o diferente sexo, descifrar los límites desconocidos del apasionamiento o saber cómo gestionar la antipatía y la indiferencia que puedan sentir los jóvenes frente al sexo opuesto, trabajando estos sentimientos desde el respeto.

El Programa de Educación Afectivo-Sexual se llevó a cabo en el Centro Social Minero “Yachay Mosoj” de Potosí, centro colaborador de PASOCAP (Pastoral Social Cáritas Potosí). La temporalización marcada fue de 32 horas, con 16 sesiones de 2 horas cada una, de manera que realmente se pudiera apreciar un cambio y un aprendizaje real en la materia que nos compete. De cualquier modo hubiera sido muy enriquecedor tratar las sesiones en un tiempo más extenso, aumentando por ejemplo el número de debates, mesas redondas y foros, que causaron gran aceptación y aplausos entre los jóvenes, ya que eran técnicas desconocidas para ellos. Pretendiendo respetar el horario tan condicionado que tienen estos jóvenes por varios factores: asistencia a la escuela, desempeño laboral, ayuda en las tareas domésticas, su propio ocio y tiempo libre e incluso horas de sueño y descanso, que no siempre son las necesarias, se ajustó premeditadamente y con cautela la duración del Programa.

No sólo se cumplieron los objetivos y la temporalización de nuestro Programa de Educación Afectivo-sexual, sino que el número de asistentes crecían día a día, pasando de contar con 20 jóvenes en la primera sesión a 39 en las sesiones finales. Educadores sociales y alumnos universitarios se beneficiaron de nuestro Programa en el Centro Yachay Mosoj, gracias a intervenciones, dinámicas de grupos y actividades prácticas organizadas en pro del enriquecimiento de todos los asistentes, siempre bajo el consentimiento de nuestros adolescentes protagonistas.

2. CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO DE ADOLESCENTES PARTICIPANTES

La asistencia a la primera sesión del Programa fue de 20 sujetos, como ya explicamos en el anterior Capítulo, 11 chicas y 9 chicos, que fueron quienes conformaron los grupos de discusión tanto previo como final. Esta asistencia aumentó a partir de la segunda sesión, registrándose un total de 39 alumnos, de los cuales 22 eran chicas y 17 chicos, con edades comprendidas desde los 13 hasta los 27 años.

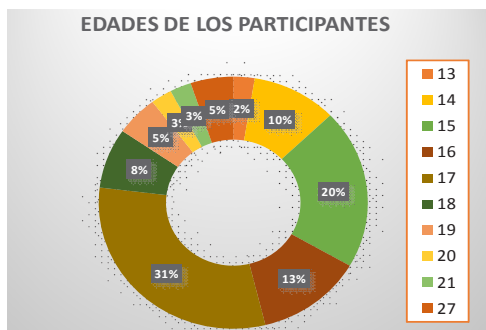


Figura 1. Porcentajes de edad de los adolescentes. Fuente: Elaboración propia.

PROGRAMA	RESPONSABLE	DURACIÓN	CONTENIDOS	PLAN DE TRABAJO	EVALUACIÓN
HACIA EL EMPODERAMIENTO EMOCIONAL DE LOS ADOLESCENTES TRABAJADORES DEL CENTRO MINERO "YACHAY MOSOJ"; PROGRAMA DE EDUCACIÓN AFECTIVO-SEXUAL	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fernández Malanda, M.D. García Rodríguez, M. Palmero Cámara, C. Vicente García, P. 	<p>16 SESIONES 32 HORAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Convivencia y costumbres en el hogar. Relaciones familiares -Género -Enamoramiento -Autoconocimiento y Autoestima -Afectividad -Sexualidad: métodos anticonceptivos, embarazos no deseados, ITS y SIDA -Violencia física y psicológica: resolución de conflictos -Respeto y diversidad sexual: orientación sexual. -Conductas sexuales y cambios corporales 	<p>SESIONES 1 y 2 Grupos de Discusión Previos Película "Romeo y Julieta". Cine debate SESIONES 3 y 15 Contomeiraje "Hechos son amores" SESION 4 Concurso: ¿Qué sabes sobre estas palabras? SESION 5 Contomeirajes "Nueve", "Esta es mi vida" SESION 6 Taller: "Me gusta, no me gusta" SESIONES 7 y 8 Harmiguada "SEXPRESAN" SESION 9 Programa Televisivo "Como la trucha al trucho" SESIONES 10 y 11 ¿ME QUIERO? Taller "Con y sin maquillaje" SESIONES 12 y 13 Película "Fucking Amal". Cine debate SESION 14 Relaciones Familiares, Tópicos y Estereotipos SESION 16 Grupos de Discusión Finales</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Test de Aptitudes, Intereses y Conocimientos -Afectivo-Sexuales -Grupos de discusión -Fichas del alumnado -Fichas del profesorado -Foro-Debate -Observación sistemática y continua -Análisis del material audiovisual -Diario del profesorado

Figura 2. Ficha técnica del Programa de Educación Sexual. Fuente: Elaboración propia.

3. PROGRAMA DE EDUCACIÓN AFECTIVO-SEXUAL: “HACIA EL EM- PODERAMIENTO EMOCIONAL”

3.1. Sesiones 1 y 2

3.1.1. Objetivos:

Indagar el grado de identificación, experiencias y dificultades en las relaciones interpersonales de los/las adolescentes, favoreciendo así un aprendizaje significativo basado en el respeto mutuo, la confianza y la fidelidad; Conocer sus concepciones para dirigir las actividades en los campos donde se perciba mayor necesidad de prevención o reforzamiento de valores; Animar a la reflexión crítica, interesándoles por las ideas y propuestas fundamentales que se formulan. Atender sus inquietudes y proporcionar herramientas que les ayuden a construir ideales sobre cómo son las primeras relaciones y los buenos tratos.

3.1.2. Actividad:

Película: “ROMEO Y JULIETA”

3.1.3. Metodología:

Visualización de la película, versión moderna y en latino. Se les ofrecerá un papel donde puedan ir anotando los nombres propios de los personajes y las familias. Esto servirá para el cine debate que llevaremos a cabo al siguiente día, evitando que se olviden de los personajes. Anotarán anécdotas que les llamen la atención, comportamientos positivos y negativos. Preguntas para el CINE DEBATE: (División del grupo en dos equipos). ¿Qué opinan del amor entre Romeo y Julieta? ¿Existe este tipo de parejas entre los jóvenes en la actualidad? ¿Qué caracteriza a las parejas jóvenes de hoy en día? ¿Qué hacer si existen problemas familiares que influyen en nuestras relaciones de pareja? ¿Creen correcto el cambio frecuente de pareja? ¿Cómo te gustaría que fuera tu primer amor? ¿El primer amor es para siempre? ¿Se puede morir por/de amor?

3.2. Sesión 3

3.2.1. Objetivos:

Indagar el grado de identificación del alumnado con las historias que relata el corto y los personajes, ya que esto facilitará extraer sus propias experiencias y dificultades en sus relaciones interpersonales, favoreciendo así un aprendizaje significativo; Conocer sus concepciones y argumentación sobre los temas que se abordan en estos materiales para dirigir los debates y las actividades en los campos donde se perciba mayor necesidad de prevención o reforzamiento de valores; Animarles a la reflexión crítica a la que invita el cortometraje, de forma que se interesen por las ideas y propuestas fundamentales que se formulan; Atender sus inquietudes y proporcionar herramientas que les ayuden a construir relaciones de buenos tratos.

3.2.2. Actividad: Cortometraje: “HECHOS SON AMORES”

3.2.3. Metodología:

Presentación del corto, insertado en el Programa por los Buenos Tratos y del trabajo que vamos a desarrollar con ellos/as durante las siguientes sesiones. Visionado completo del cortometraje “HECHOS SON AMORES” (18 minutos). Ejercicio individual “Mi opinión sobre el corto”. Se reparte una ficha al alumnado, que tienen que rellenar de forma individual tras el visionado del corto. Puesta en común del ejercicio individual. Se recogen sus opiniones, contradicciones y centros de interés a través de preguntas para ir profundizando. Las recogeremos en la pizarra para, al finalizar, hacer una recapitulación procurando fijar ideas clave.

3.3. Sesión 4

3.3.1. Objetivos:

Conocer concepciones del alumnado sobre la sexualidad y afectividad y los criterios que aplican para valorar las diversas definiciones que se les ofrece; Favorecer la reflexión sobre estereotipos afectivo-sexuales, promoviendo valores de igualdad, autonomía, libertad, responsabilidad y respeto en el ámbito afectivo-sexual; Visibilizar la diversidad de opciones y vivencias, contribuyendo a su normalización y deconstruyendo posibles mitos que pueda tener el alumnado.

3.3.2. Actividad: Concurso:

¿QUÉ SABES SOBRE ESTAS PALABRAS? Ablación, Adolescencia, Afrodisíaco, Amenorrea, Amor, Asertividad, Asexual, Areola, Atracción, Autoconcepto, Autoestima, Azoospermia, Bisexual, Bleenorragia, Cesárea, Cigoto, Circuncidar, Clítoris, Conducta, Control de natalidad, Cónyuge, Derechos sexuales, Desarrollo sexual, Desvinculación, Días fértiles, Disminorrea, Empatía, Enamoramiento, Erotismo, Espermicida, Estupro, Exhibicionista, Fidelidad, Gónadas, Habilidades sociales, Imagen corporal, Implantes subdérmicos, Intimidación, Incesto, Líquido preseminal, Metrorragia, Ninfómana, Pasión, Piropo, Polución nocturna, Prejuicios, Priapismo, Promiscuo, Punto G, Relaciones consentidas, Sarna, Satisfacción, Seducción, Sero positivo, Tampón, Vasectomía, Virginidad.

3.3.3. Metodología:

Dividiremos al grupo general en dos grupos iguales. Iremos ofreciéndoles las 60 definiciones progresivamente, una a una y por orden alfabético. Dispondrán de 2 minutos por palabra y definición. Cada grupo tendrá un líder encargado de anotar en su plantilla la definición que, entre todos los componentes de su equipo, hayan acordado. Los líderes leerán en voz alta, una vez termine el tiempo, sus propias definiciones. Iremos enseñando en la pantalla del proyector la verdadera definición, con el fin de que sea completada por ellos en el mismo momento en que la han escrito. Premio: Se le entregará a cada concursante una hoja con todas las definiciones reales.

3.4. Sesión 5

3.4.1. Objetivos:

Analizar las concepciones que expresan en torno a los embarazos no deseados, favoreciendo el autoconocimiento y el autocontrol; Facilitar el proceso de reflexión en cuanto a la resolución de conflictos, la libertad y la importancia que tiene una adecuada toma de decisiones.

3.4.2. Actividad:

Cortometraje “NUEVE” y Cortometraje “ESTA ES MI VIDA”

3.4.3. Metodología:

Visionado de ambos cortos donde la chica expresa, tomada ya la decisión de tener a su hijo, cómo será su nueva vida. Discusión en dos grupos de dos cuestiones diferentes: Común: ¿Conocemos algún caso semejante al visualizado en el corto? ¿Qué opinamos sobre esta situación? Grupo 1: Habéis decidido seguir adelante con el embarazo. Haceros cargo de vuestro hijo. ¿Qué opinas sobre los embarazos no deseados? ¿Madres y padres jóvenes solteras/os? ¿Os gustaría veros en la situación de la joven del cortometraje? Pensad cómo os sentiríais en ese caso. Grupo 2: No queréis haceros cargo de vuestro hijo. Pensáis que tenéis dos opciones; interrumpir el embarazo o darlo en adopción. ¿Qué razones pueden obligaros a ello? ¿Estáis seguras/os de que no os arrepentiréis de tomar esta decisión en un futuro? ¿A quién pediríais ayuda? ¿Qué decisión tomáis al fin? ¿Por qué esa y no otra? Puesta en común de ambos grupos y debate final.

3.5. Sesión 6

3.5.1. Objetivos:

Favorecer un proceso de reflexión que permita a los jóvenes ampliar su autonomía y control interno en sus propias concepciones sobre sí mismos; Impulsar las actitudes positivas sobre las actitudes negativas, trabajando estas primero y dándolas mayor importancia, sin extrapolarlas a la vida en pareja; Promover y ampliar valores de intimidad que servirán como pilares básicos a la hora de fundamentar nuestras posteriores decisiones sobre cómo queremos y no queremos vivir nuestros afectos.

3.5.2. Actividad:

“ME GUSTA, NO ME GUSTA”

3.5.3. Metodología:

Leemos y daremos pistas sobre la actividad que vamos a realizar gracias a la poesía de Mario Benedetti titulada “La gente que me gusta”. No se leerá la poesía completa. Los adolescentes deberán escribir en un folio su propio “poema” sobre lo que le gusta tanto de las personas como de su vida, del mundo. La redacción será libre, sincera y real. En otro folio, escribirán en contrapunto lo que no les gusta. La redacción la leerán en voz alta voluntariamente quienes se ofrezcan a hacerlo. Ellos/as mismos sacarán sus propias conclusiones finales. Se hará una intervención con los

puntos fuertes y débiles de cada redacción. Habrá un posterior debate sobre la segunda parte: “no me gusta” encaminado al tema de la autonomía y control interno. Por último entregaremos la poesía de Mario Benedetti a cada alumno.

3.6. Sesiones 7 y 8

3.6.1. Objetivos:

Bloque temático I: Diversidad sexual. Bloque temático II: Iniciación afectivo-sexual. Bloque temático III: Métodos anticonceptivos. Bloque temático IV: Violencia en las relaciones de pareja.

3.6.2. Actividad:

Harimaguada SEXPRESAN - Guía Multimedia

3.6.3. Metodología:

Estos bloques se realizarán en dos sesiones diferentes, dos días consecutivos. En la primera sesión trabajaremos los Bloques I y II y en la segunda sesión trabajaremos los Bloques III y IV. Ambas sesiones consistirán en la realización, por parte de todo el grupo de las actividades interactivas del CD-ROM. Al finalizar los juegos realizaremos dos grupos: chicas y chicos. Se dará la oportunidad de preguntar dudas y resolver cuestiones que hayan quedado pendientes durante el juego interactivo.

3.7. Sesión 9

3.7.1. Objetivos:

Promover la reflexión en torno al apoyo social y la responsabilidad de solventar dudas sexuales-afectivas reales, cuestionando los mitos existentes e impulsando una visión más amplia y positiva de la autoeficacia, protagonismo y desarrollo de la empatía.

3.7.2. Actividad:

Programa de Tertulia Radiofónico/Televisivo: “COMO LA TRUCHA AL TRUCHO”

3.7.3. Metodología:

Dispondremos encima de una mesa tarjetas recortadas. Cada joven deberá escribir en ellas preguntas y dudas, reales o inventadas, acerca de relaciones sentimentales, afectivas y sexuales. Se guardarán todas las preguntas en una caja. Todo el grupo de chicos/as constituye una mesa de tertulia en el Programa radiofónico “Como la trucha al trucho”, al más puro estilo tertulia televisiva. Se dispondrán las mesas y sillas con tal fin. Cada uno de ellos irá extrayendo un papel de la caja y leerá y contestará la pregunta como si él/ella se tratara de un experto profesional en la materia. Se dará pie a que, siempre y cuando se haya acabado de contestar a la pregunta, otros compañeros-profesionales intervengan en su explicación. Pueden pedirnos ayuda cuando consideren oportuno. Al finalizar analizaremos los conceptos de afectividad y sexualidad, a fin de aclararles a ellos mismos posibles dudas.

3.8. Sesión 10

3.8.1. Objetivos:

Facilitar un proceso de reflexión que permita a las y los jóvenes ampliar su autonomía y libertad en la toma de decisiones sobre cómo quieren y no quieren vivir sus afectos; Analizar las concepciones que se expresan en torno a la autoestima, el autoconocimiento, la seguridad emocional y la aceptación personal, evidenciando las implicaciones que dichas ideas tienen en la configuración de nuestras relaciones.

3.8.2. Actividad:

“¿ME QUIERO?”

3.8.3. Metodología:

Lectura individual y/o en grupo de la FICHA: ¿ME QUIERO? Les pedimos que señalen en el texto los tres consejos con los que están de acuerdo y los tres con los que están en desacuerdo y los ponemos en común. Hacemos en una pizarra un listado de cualidades. Nosotros comenzaremos el listado (por ejemplo: simpatía, amabilidad, honestidad, sinceridad...) y ellos lo irán completando en voz alta. En una hoja titulada “Quiero tener/Quiero ser”, individualmente anotarán cualidades que poseen y otras que quieran poseer. Por orden van leyendo sus fichas en voz alta. Tomamos nota de las dos o tres cualidades que más han aparecido y les pedimos que aporten consejos para conseguirlas.

3.9. Sesión 11

3.9.1. Objetivos:

Visualizar y conocer la cara real de la publicidad engañosa; Comparar la verdadera identidad de los personajes famosos y su transformación dentro del mundo irreal que nos venden los medios de comunicación, la ficción de la prensa, televisión, revistas y falsos anuncios de productos milagrosos; Fomentar la actitud crítica hacia los estereotipos marcados por las modas; Mejorar la autoestima y la seguridad de la persona, enseñando a destacar sus rasgos de belleza natural, haciendo fundamentalmente que los y las jóvenes se sientan particularmente bellos/as y seguros/as, lo cual repercutirá positivamente en su seguridad interna.

3.9.2. Actividad:

“CON Y SIN MAQUILAJE”

3.9.3. Metodología:

Visualización de los Power Points sobre famosos sin maquillaje y con maquillaje. Puesta en común de impresiones. Taller de maquillaje, peluquería y estilismo para adolescentes. Resolución de dudas. Fotos del antes y del después.

3.10. Sesiones 12 y 13

3.10.1. Objetivos:

Indagar el grado de comprensión del alumnado con las historias que relata la película y con los personajes, ya que esto facilitará extraer sus propias experiencias y dificultades en sus relaciones interpersonales, favoreciendo así un aprendizaje significativo; Animar a la reflexión crítica; Atender sus inquietudes y proporcionar herramientas que les ayuden a construir ideales sobre las relaciones personales: la inteligencia emocional, bullying o acoso escolar, rebelión en las aulas, etc.; Averiguar qué tipo de concepciones poseen sobre la amistad.

3.10.2. Actividad:

Película “FUCKING AMAL”

3.10.3. Metodología:

Visualización de la película “Fucking Amal”. Se les ofrecerá un papel donde puedan ir anotando los nombres de los personajes. Esto servirá para el cine debate que llevaremos a cabo al siguiente día. Anotarán anécdotas que les llamen la atención, comportamientos positivos y comportamientos que les resulten negativos.

3.11. Sesión 14

3.11.1. Objetivos:

Conocer cómo viven los adolescentes en su entorno familiar, social y sentimental; Entender el significado de las negociaciones y sus implicaciones; Promover la negociación; Trabajar técnicas concretas de resolución de conflictos basadas en la autonomía y la libertad de las personas sin descuidar a “la otra parte”, valorando la igualdad en las relaciones y afianzando la idea de que hombres y mujeres son igual de válidos para hacer determinadas tareas.

3.11.2. Actividad:

RELACIONES FAMILIARES, TÓPICOS Y ESTEREOTIPOS

3.11.3. Metodología:

Se entrega la primera ficha para que, en las situaciones planteadas, digan quién suelen resolverlas en sus hogares. Se entrega la segunda ficha para que completen con lo que aportan y reciben de su familia. Se ponen en común las conclusiones y se orienta la sesión hacia la importancia de la colaboración de todos los miembros de la familia en aquellas tareas que facilitan la vida diaria y nos hacen sentir bien. Debate dirigido en dos grupos diferenciados en chicas y chicos: Grupo Chicas: Deben defender que los hombres son mejores que ellas en todas las tareas domésticas, en el trabajo, en las tareas del colegio, en la crianza de los niños, haciendo la compra, etc, con ejemplos reales. Grupo Chicos: Deben defender que las mujeres son mejores que ellos en el trabajo, arreglando automóviles, enchufes, en la escuela, llevando las cuentas de la familia, etc.

LAVAR LA ROPA	CUIDAR DE LOS NIÑOS/AS
ANIMAR Y CONSOLAR A ALGUIEN QUE ESTÁ TRISTE	AYUDAR A SOLUCIONAR PROBLEMAS PERSONALES
FREGAR EL SUELO	LIMPIAR Y ARREGLAR EL AUTO
COMPRAR ROPA Y CALZADO	LLEVAR LAS CUENTAS DEL BANCO
ACUDIR A LAS REUNIONES DEL COLEGIO	HABLAR CON LOS PROFESORES
ACOMPañAR A ALGUIEN AL MÉDICO	COMPRAR LA COMIDA
ACOMPañAR O CUIDAR A LAS PERSONAS MAYORES O ENFERMAS	AYUDAR A HACER LAS TAREAS DEL COLEGIO
TENDER LA ROPA	COCINAR

Figura 3. Explica quiénes realizan en tu casa las siguientes tareas. Fuente: Elaboración propia.

MI FAMILIA ME DA...	YO DOY A MI FAMILIA...
MI PAREJA ME DA...	YO DOY A MI PAREJA...

Figura 4. Utilizando la siguiente tabla, expresa lo que das y lo que recibes en tu familia. Fuente: Elaboración propia.

3.12. Sesión 15

3.12.1. Objetivos:

Fomentar la reflexión y el análisis crítico de los diversos comportamientos que se dan en los conflictos que refleja el cortometraje; Valorar las posibles consecuencias de las diversas formas de afrontamiento y tomar conciencia de la necesidad de delimitar las conductas aceptables de las que resultan abusivas y por ello intolerables en una relación de pareja; Identificar conductas que respondan a valores como igualdad, autonomía, respeto, responsabilidad.

3.12.2. Actividad:

Cortometraje: “HECHOS SON AMORES”. Conflictos, afrontamientos y consecuencias.

3.12.3. Metodología:

Visionado de las escenas donde se ilustran los conflictos y las diversas formas de afrontamiento de los personajes. Debate sobre las siguientes cuestiones para orientar el debate en grupos: ¿Cuáles son los conflictos? ¿Son conflictos cotidianos? Creación de tres grupos para trabajar las respectivas fichas de trabajo. Exposición de los grupos y debate.

3.13. Sesión 16

3.13.1. Objetivos:

Identificación en las diferentes actitudes de los personajes y los modelos de relación que mantienen, valores que deben fundamentar nuestras relaciones interpersonales, particularmente de pareja; Favorecer un proceso de reflexión que permita los

jóvenes ampliar su autonomía y libertad en la toma de decisiones sobre cómo quieren y no quieren vivir sus afectos.

3.13.2. Actividad:

Cortometraje: “HECHOS SON AMORES”. Identificar ingredientes positivos y negativos para unas relaciones de buenos tratos.

3.13.3. Metodología:

Visionado íntegro del cortometraje donde se expresan diversas concepciones del amor y la pareja, así como de las conductas que nos permitirán deducir ingredientes positivos y negativos para unas relaciones de buenos tratos. Discusión en dos grupos de la ficha de trabajo en la que deberán identificar diferentes valores y actitudes (igualdad, autonomía, buenos tratos) en las distintas relaciones. Puesta en común. Debate acerca de qué queremos para nuestras propias relaciones cada una de nosotros/as.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras realizar la evaluación de resultados mediante las técnicas citadas en la Figura 2, extraemos las siguientes conclusiones. Se ha conseguido aumentar la autoestima del grupo femenino. Ahora se sienten más importantes, especiales y guapas; Para los chicos, aumenta la importancia de que exista afecto y cariño en una relación de pareja. Ya no entienden confianza como lo opuesto a la desconfianza, es decir, los celos; Cambia el concepto de atender la casa. Ahora es obligación de todos los miembros del hogar, cuando antes era principalmente obligación de la madre; Se observa un cambio de actitud en relación a tareas destinadas a hombres y mujeres. Previamente los trabajos duros eran para los hombres. Las mujeres eran blandas y débiles. Ahora cualquier sexo puede desempeñar cualquier oficio y/o estudio; La importancia de que sólo a la mujer la importa llegar virgen al matrimonio varía en cuanto a que debería ser igual de importante para ambos sexos llegar vírgenes al matrimonio; El amor sin sexo deja de ser visto como causa de infidelidades en un matrimonio. Religiosos, ancianos y novios son ejemplos que evidencian cómo se puede dar más importancia al amor y al cariño; Se observa un cambio de actitud sobre la necesidad o no de tener pareja para ser feliz. Ahora su felicidad no depende obligatoriamente de alguien; La infidelidad es normal dentro de la cultura y sociedad boliviana. Ahora la definen como causante de divorcios, muertes, rencor, traumas y venganza.

Gracias al Programa de Educación Afecivo-Sexual se clarificaron los siguientes conceptos: Chicos y chicas confiesan que nunca habían recibido un Programa de Educación Sexual como tal hasta este momento. No habían oído hablar del SIDA ni de VIH; Satisfacer ya no es sinónimo de mandar, sino que es definido como algo beneficioso y positivo; Tienen claro lo que es la promiscuidad, una vez que se les define la palabra, y la relacionan con ITS; Las causas de los embarazos no deseados están vinculadas a la falta de prevención e información sexual; Los ejes predominantes que guían las relaciones ideales de chicas y chicos son el amor, respeto, confianza, comprensión, sexo seguro, paz y tranquilidad. En segundo lugar dan importancia a la madurez, la compatibilidad y los cuidados; Amor pasa de ser un concepto abstracto relacionado con la ilusión, a ser definido como un fuerte y lindo sentimiento que aporta felicidad, con sus ventajas y sus desventajas; Autoridad ya no es ser más que nadie o ser responsable de personas, sino que es definido como liderazgo, mandato y poder.

La autoridad en el hogar pasa de tenerla el padre a ejercerla ahora la persona más responsable, bien sean hermanos mayores, madre o padre, indistintamente; Opinan que la violencia física y verbal es causa del machismo y éste sucede por imitación; Prevención ya no es prohibición o masturbación, sino que ahora es un concepto ligado a métodos anticonceptivos y planificación; Violador es la persona que fuerza a otra a mantener relaciones sexuales. Ejemplos dados sobre la existencia del sexo sin amor son: la búsqueda del placer, las violaciones y la prostitución; El respeto personal y el respeto mutuo está basado en la reciprocidad, la amabilidad y la empatía.

Torriente, Diago, Rizo y Menéndez (2010) publicaron en la Revista Habanera de Ciencias Médicas un estudio sobre conocimientos elementales en educación sexual que presentaban los alumnos de una escuela secundaria básica urbana en Ciudad de La Habana. Los resultados mostraron que la iniciación de las relaciones sexuales en los jóvenes es cada vez más temprana, debido a cambios en la actitud social hacia la sexualidad y a una maduración sexual más temprana. La precocidad en las relaciones sexuales no ocurre paralelamente con una adecuada educación sexual que brinde al adolescente la información sobre las consecuencias de tal acto, para el cual no está preparado; los profesionales de la atención primaria de salud deben conocer la situación existente en su área para actuar convenientemente. Las fuentes de mayor información sobre educación sexual para los jóvenes fueron la televisión, radio y padres, resultados muy semejantes a los de nuestros jóvenes bolivianos.

REFERENCIAS

- [1] ACCIÓN EN RED. (2006). Programa por Los Buenos Tratos. Prevención de violencia interpersonal, en la pareja y... mucho más. Recuperado en junio de 2013, de: [http://www.porlosbuenostratos.org/ARÉVALO, C. y SUÁREZ, R. \(2012\). Políticas de Salud Sexual y Reproductiva para Adolescentes y Jóvenes: Experiencias en Brasil, Chile y Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. \[s.n\]](http://www.porlosbuenostratos.org/ARÉVALO, C. y SUÁREZ, R. (2012). Políticas de Salud Sexual y Reproductiva para Adolescentes y Jóvenes: Experiencias en Brasil, Chile y Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [s.n])
- [2] CENTRO DE PROMOCIÓN MINERA CEPROMIN. La Paz, Bolivia. Recuperado el 20 de agosto de 2014, de: <http://www.cepromin.org.bo/>
- [3] COLECTIVO HARIMAGUADA. Materiales Didácticos: Sexpresan. Multimedia para la Educación Afectivo-Sexual. Recuperado en enero de 2013, de: <http://www.harimaguada.org/quienes-somos/>
- [4] COLQUE, A. (2011). El crecimiento de la pobreza en Bolivia: las voces de los pobres. Periódico El Nacional. Tarija, Bolivia.
- [5] CONDE, V. (2000). Embarazo en la adolescencia. I Congreso Paceño de Obstetricia y Ginecología. La Paz, Bolivia. (p. 8).
- [6] CRUZ ROJA. Género y Coeducación. Propuestas de Actividad. Recuperado el 16 de agosto de 2013, de: <http://www.cruzrojajuventud.es>
- [7] CUSSIANOVICH, A. (2008). Ensayo para una historia del pensamiento social de los niños, niñas y adolescentes trabajadores organizados del Perú, 1976 – 2008. IFEJANT.
- [8] ELLIOTT, J. (2009). La Investigación-acción en educación. Madrid: Morata.

- [9] ENREDATE SIN MACHISMO. Guía Afectivo Sexual de Coeducación y Violencia. Recuperado el 11 de agosto de 2013, de: <http://www.educarenigualdad.org> y <http://www.educarenigualdad.org/a-te-enredas-bien-con-tu-pareja>
- [10] ESCUELA TÉCNICA DE SALUD. (1997). Unidades pedagógicas del programa de educación sexual. (p. 389). [s.n]
- [11] ESTATUTO ORGÁNICO DEL CONSEJO DE NIÑOS, NIÑAS Y ADOLESCENTES TRABAJADORES ORGANIZADOS DE POTOSÍ. (2004-2005). CONNATSOP. Potosí, Bolivia.
- [12] GAMBOA, C. y VALDÉS, S. (2013). El embarazo en adolescentes. Marco Teórico Conceptual, Políticas Públicas, Derecho Comparado, Directrices de la OMS, Iniciativas presentadas y Opiniones Especializadas. México DF. (p.30).
- [13] INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Datos Estadísticos de Bolivia. Recuperado el 23 de agosto de 2013, de: <http://www.ine.gob.bo/>
- [14] LAURE, M. y BLIESTER, S. (2003). Orientación para poblaciones específicas. Programa de Coordinación en Salud Integral. La Paz, Bolivia. pp. 119-152.
- [15] MINISTERIO DE SALUD Y DEPORTES. (2010). Plan de Violencia Sexual. Dirección Nacional de Desarrollo de Servicios de Salud. Programa Nacional de Salud Sexual y Reproductiva. Programa Nacional de Género y Violencia. La Paz, Bolivia. (p. 43).
- [16] MOVIMIENTO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE NIÑOS, NIÑAS Y ADOLESCENTES TRABAJADORES (MOLACNATS). Recuperado el 8 de agosto de 2013, de: www.molacnats.org
- [17] MURUCHI, F. (2010). Plan Estratégico de Yachay Mosoj: Desarrollo de capacidades para una vida digna de JANN's y sus familias dedicadas a la actividad minera. Potosí, Bolivia. [s.n]
- [18] NOVILLA, L.; DEARDEN, K.; CROOKSTON, B.; DE LA CRUZ, N.; HILL, S. y TORRES, S. (2006). Adolescents Engaging in Risky Sexual Behavior: Sexual Activity and Associated Behavioral Risk Factors in Bolivian Adolescents. Brigham Young University, Department of Health Science. (p. 42-55). [s.n]
- [19] NUEVA CONSTITUCION DE BOLIVIA. (2008). Recuperado el 5 de octubre de 2014, de: <http://pdba.georgetown.edu/Contitutions/Bolivia/constitucion2009.pdf>
- [20] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. (2009). Desarrollo Humano Bolivia. Recuperado el 14 de febrero de 2014, de: http://www.idh.pnud.bo/usr_Files/informes/nacional/INDH2010/Documentos/DesigualdadMunicipa_WHernani.pdf
- [21] PLAN ESTRATÉGICO TDH. (2011-2015). The rights of the child from theory to reality. 5 años, 8 compromisos.
- [22] REGALSKY, P. (2003). Etnicidad y clase. El Estado boliviano y las estrategias andinas de manejo de su espacio. Cochabamba, Bolivia: Cenda.
- [23] TORRIENTE, N.; DIAGO, D.; RIZO, A.C. y MENÉNDEZ, L.R. (2010). Conocimientos elementales sobre educación sexual en alumnos de una escuela secundaria básica urbana. Revista Habanera de Ciencias Médicas. Vol. 9, Num.4. Ciudad de La Habana. Cuba.

THERMAL CONDUCTIVITY OF BIO-BASED PHASE CHANGE MATERIALS FOR TWO LOW TEMPERATURE COMMERCIAL ENERGY STORAGE MATERIALS AT 46° & 56°C

DIANA DíEZ-ALCALDE^(a), FERNANDO AGUILAR^(a), EDUARDO MONTERO^(a)

*^(a)University of Burgos, Energy Engineering group,
Department of Electromechanical Engineering.*

ABSTRACT

The latent heat thermal energy storage technique is an efficient and reliable means of using phase change materials (PCMs) to store and release thermal energy, because of its large heat storage capacity, and the nearly isothermal phase change behaviour of PCMs. Many organic PCMs have been investigated as latent heat thermal energy storage materials.

This work presents a study on some transport properties of two commercial bio-based PCM samples with melting temperatures of 46°C and 53°C, intended for low-temperature energy storage. The samples are mixtures of bio-based fatty acids. Experimental thermal conductivity was determined using a KD2 Pro Thermal Properties probe.

Key words: Bio-PCM, energy storage, KD2 Pro, latent heat, thermal conductivity.

1. INTRODUCTION

The latent heat thermal energy storage (LHTES) technique is an efficient and reliable means of using phase change materials (PCMs) to store and release thermal energy, because of its large heat storage capacity, and the nearly isothermal phase change behaviour of PCMs. Compared with sensible heat storage system, latent heat storage system with phase change materials (PCMs) has higher thermal energy storage density while requiring smaller masses and volumes of material. Many organic PCMs have been investigated as latent heat thermal energy storage materials [1, 2].

A rather new material class of organic-based PCM, here termed bio-based PCMs, are significantly less flammable than paraffin. Bio-based PCMs are a type of organic fatty acid ester PCMs made from underused and renewable feedstock, like vegetable oils. So they are cheaper than paraffin, and can be mass-produced. Transport properties of these materials are critical concerning the performance of the energy charging and discharging rates.

2. EXPERIMENTAL METHOD

2.1. Materials

The compounds used for calibrating of the thermal conductivity instrument were Glycerol, Toluene and Water.

The glycerol (CAS Number 56-81-5) was supplied by Decagon Devices Inc., Canada. The Toluene (CAS Number 108-88-3) with mole fraction purity of 99,7% (GC) was supplied by Sigma Aldrich and the water was doubled distilled water from a Millipore purification device. Standard reference values for Toluene and Water were taken from [3-5].

The bio-based PCM samples studied in this work are supplied by RGEES LLC (<http://www.rgees.com>). The PCMs are a uniquely engineered mixture of bio based raw materials, biodegradable and non-toxic. They appearance are white waxy flakes. Figure 1 shows the PCM's containers. [6].



Figure 1. Bio –Based PCM OM 46P y OM 53P, SavEngr, Arden USA.

Table 1. summarizes some properties of the Bio-PCM provided by Rgees.

Table 1. Properties of Bio-PCM. Test conditions 41 to 51°C

Bio-PCM	OM 46P	OM 53P
Freezing Temp (K)	319.15	326.15
Latent heat (kJ/kg)	245	192
Liquid density (g/cc)	0.86	0.86
Max. Operating Temp (K)	~ 353.15	~ 353.16

To prepare the samples, we warmed up the material to its melting point and then we introduced the liquid PCM in a 40 ml vials. Figure 2 shows the samples and the compounds used for calibrating the KD2-Pro.

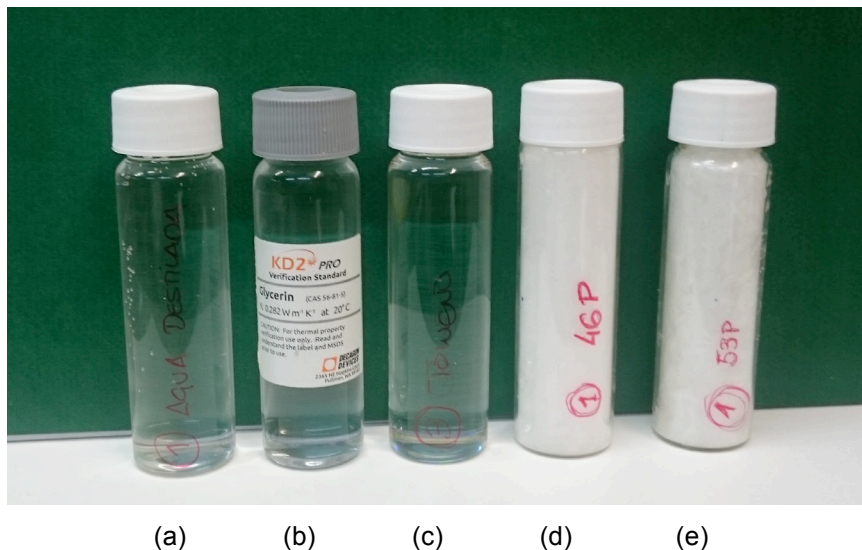


Figure 2. Samples in vials for test at KD2-Pro. (a) MilliQ water, (b) Glycerin, (c) Toluene, (d) OM 46P, (e) OM 53P.

2.2. Experimental technique

The instrument used to measure the thermal conductivity is a commercial Thermal Properties Analyzer, KD2 thermometer manufactured by Decagon Devices Inc., Canada. It is a commercial thermal property analyzer that uses an indirect method by creating a heat disturbance in the sample.

The KD2 calculates thermal conductivity (K) and resistivity by monitoring the dissipation of heat from a line heat source given a known voltage. The probe consists of a heating wire in the range $0.02\text{--}4\text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{C}^{-1}$ (60 mm long and 1.28 mm in diameter) and a thermistor in the middle of the wire. During the measurement, the controller firstly heats the probe for 30 s and then calculates the thermal characteristics.

The thermal conductivity is measured with a relative error of 5%. The KD2 Pro compliance to standards ASTM D 5334-08 and IEEE Standard 442-1981 [7].

For taking measures at the same temperature, we have used a thermal bath of laminar flow ASL type LU300 by Automatic Systems Laboratories. Its thermal stability is $\pm 0,05^\circ\text{C}$.

Figure 3 shows the instrument used for the experimental technique.

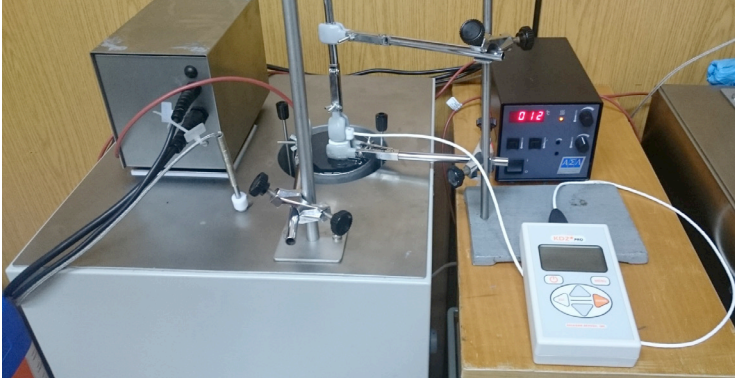


Figure 3. KD2 Pro Decagon Devices, Inc and ASL LU 300.

2.3. Experimental results

Table 2 shows the validation text for KD2 Pro with water, and Tables 3 and 4 resume the thermal conductivity results for Bio-PCM 46P and 53P respectively.

Table 2. Thermal conductivities for water. Validation text for KD2-Pro.

T (K)	λ_{exp} ($W \cdot m^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$)	λ_{ref} ($W \cdot m^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$)	$\lambda_{exp} - \lambda_{ref}$ ($W \cdot m^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$)	$ \lambda_{exp} - \lambda_{ref} \%$
280.15	0.5734	0.5733	0.0001	0.02%
290.49	0.5984	0.5987	-0.0003	0.05%
300.77	0.6207	0.6204	0.0003	0.05%
310.51	0.6273	0.6274	-0.0001	0.02%
Average				0.035%

Where:

T is the temperature in Kelvin, λ_{exp} is the experimental values of Thermal conductivity, λ_{ref} is the Standard reference values for Water taken from [3, 4] and $|\lambda_{exp} - \lambda_{ref}| \%$ is the standard deviation between the experimental and the reference data.

Then, this device presents a sufficient degree of accuracy and meets the requirements to validate this method to measure thermal conductivity

Table 3 summarizes the Thermal Conductivity results for Bio-PCM 46P

Table 3. Thermal conductivities Bio-PCM OM 46 P.

Phase	T (K)	λ_{exp} (W·m ⁻¹ ·°C ⁻¹)	λ_{calc} (W·m ⁻¹ ·°C ⁻¹)	$\lambda_{exp}-\lambda_{calc}$ (W·m ⁻¹ ·°C ⁻¹)	$\lambda_{exp}-\lambda_{calc}$ (%)
Solid	296,57	0,149	0,166	-0,017	-10,450
	305,25	0,187	0,146	0,041	28,307
	314,21	0,204	0,249	-0,045	-18,010
	317,36	0,336	0,315	0,021	6,645
Solid - Liquid	317,97	0,537	0,443	0,094	21,311
	318,30	0,706	0,736	-0,030	-4,126
	318,52	0,874	0,933	-0,059	-6,354
	318,70	1,093	1,095	-0,002	-0,188
	318,88	1,344	1,257	0,087	6,887
	319,14	1,404	1,493	-0,089	-5,958
	319,17	0,273	0,204	0,069	33,971
Liquid	319,31	0,268	0,203	0,065	31,954
	319,47	0,203	0,202	0,001	0,331
	319,50	0,192	0,202	-0,010	-5,038
	320,48	0,155	0,197	-0,042	-21,500
	323,18	0,164	0,184	-0,020	-11,035
	323,22	0,161	0,184	-0,023	-12,570
	323,27	0,163	0,184	-0,021	-11,366
	323,32	0,160	0,184	-0,024	-12,882
	323,33	0,157	0,184	-0,027	-14,493
	324,40	0,160	0,178	-0,018	-10,305
	328,59	0,179	0,158	0,021	13,472
	330,57	0,156	0,148	0,008	5,472
	333,44	0,155	0,134	0,022	16,172

It was found that, for the solid phase, the thermal conductivity of OM 46P, increases as temperature increases until the maximum value that was 319,14 K (45,99°C).

The limit temperature of 319,14 K corresponds to the melting point and the sample becomes liquid. In the liquid phase, the thermal conductivity decreases as temperature increases.

A similar behaviour is founded for OM 53P. Table 4 summarizes the Thermal Conductivity results.

It was found that, for the solid phase, the thermal conductivity of OM 53P, increases as temperature increases until the maximum value that was 326,73 K (53,58°C).

The limit temperature of 326,73 K corresponds to the melting point and the sample becomes liquid. In the liquid phase, the thermal conductivity decreases as temperature increases.

Table 4. Thermal conductivities Bio-PCM OM 53 P.

Phase	T (K)	λ exp	λ calc	$\lambda_{exp}-\lambda_{cal}$	% $\lambda_{exp}-\lambda_{cal}$
Solid	295,59	0,074	0,092	-1,80105E-02	-1,96E+01
	298,59	0,122	0,102	0,019687862	1,92E+01
	301,75	0,124	0,114	0,010199837	8,96E+00
	308,63	0,127	0,140	-0,013324969	-9,50E+00
	318,06	0,177	0,180	-0,003049551	-1,69E+00
	322,37	0,204	0,200	0,004497213	2,25E+00
Liquid-Solid	324,32	0,272	0,117	0,154933633	1,32E+02
	325,23	0,415	0,413	0,001872214	4,53E-01
	325,52	0,404	0,508	-0,103828028	-2,04E+01
	325,97	0,537	0,655	-0,118112551	-1,80E+01
	325,99	0,568	0,662	-0,09366801	-1,42E+01
	326,23	0,668	0,740	-0,072396465	-9,78E+00
	326,27	0,655	0,754	-0,098529171	-1,31E+01
	326,28	0,684	0,757	-0,072812852	-9,62E+00
	326,41	0,818	0,800	0,018480942	2,31E+00
	326,46	0,816	0,816	4,64002E-05	5,69E-03
	326,58	0,92	0,855	0,064582925	7,55E+00
	326,66	1,012	0,882	0,130257803	1,48E+01
	326,73	1,094	0,905	0,189212731	2,09E+01
	Liquid	326,77	1,019	0,826	0,193372932
326,77		0,961	0,826	0,135372932	1,64E+01
326,78		0,92	0,823	0,096860262	1,18E+01
326,81		0,88	0,816	0,064302606	7,88E+00
327,15		0,157	0,733	-0,576410448	-7,86E+01
330,44		0,152	0,133	0,019309094	1,46E+01
330,47		0,153	0,129	0,024156114	1,87E+01
330,52		0,154	0,122	0,031502325	2,57E+01
338,38		0,155	0,143	0,012227552	8,56E+00

2.4. Results

The experimental thermal conductivity data have been fitted to a quadratic functional form:

$$\lambda = a + b \cdot T + c \cdot T^2 \quad (1)$$

Where:

λ is the Thermal Conductivity ($W \cdot m^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$) in and T is the temperature (K).

After performing the fitting procedure (least square method)

Tables 5 and 6 present the values of the coefficients a, b and c of equation 1 for the liquid and solid phase of both OM 46P and OM 53P phase change materials.

Table 5. Coefficients of equation Bio-PCM OM 46 P.

	OM 46P		
	Solid	Liquid/solid	Liquid
	296,57≤T≤317,36	317,36<T≤319,14	319,14<T≤333,44
a	7,2110E+01	6,3379E+02	9,9080E-01
b	-4,7600E-01	-4,8708E+00	-1,1496E-04
c	7,8692E-04	9,0541E-03	-7,3658E-06

Table 6. Coefficients of equation Bio-PCM OM 53 P.

	OM 53P		
	Solid	Liquid/solid	Liquid
	295,59≤T≤322,37	322,37<T≤326,73	326,73<T≤338,38
a	9,90E-01	9,90E-01	1,83E+03
b	-9,51E-03	-3,30E-01	-1,09E+01
c	2,19E-05	1,01E-03	1,64E-02

2.5. Discussion and conclusions

The thermal conductivity of two commercial bio-based PCM samples, with theoretical melting points of 46° and 53°C, have been studied by means of a simple heating wire analyzer.

Results show, as expected, a lower thermal conductivity for the liquid phase with respect to the solid phase in both samples. Moreover, the thermal conductivity of the solid phase presents a positive correlation with temperature, as a consequence of the greater effect of molecular vibration compared to the increase of molecular distance.

Meanwhile, for the liquid phase, the contribution of the increase intermolecular distance produced by the rise of temperature, is greater, which explains the decrease of thermal conductivity.

2.6. Acknowledgments

D. Diez-Alcalde acknowledges support for this research to the Fundación Vil-lalar Castilla y León for the funding of her doctoral grant 2015. This work is part of the Doctoral Thesis of D. Diez-Alcalde.

REFERENCES

- [1] B. Zalba et al, Review on thermal energy storage with phase change materials, heat transfer analysis and applications, *Applied Thermal Engineering* 23 (2003) 251–283.
- [2] S. D. Sharma, K. Sagara, Latent heat storage materials and systems: a review, *International Journal of Green Energy* 2 (2005) 1–56.

- [3] M.L.V Ramires et al., The Thermal conductivity of toluene and water, *International Journal of Thermophysics*, 14 (1993) 1119-1130.
- [4] M.L.V Ramires et al., Standard reference data for the thermal conductivity of water, *Journal of Physical and Chemical Reference Data* 24 (1995) 1377-1381.
- [5] M.L.V Ramires et al., Reference data for the thermal conductivity of saturated liquid toluene over, a wide range of temperatures, *Journal of Physical and Chemical Reference Data* 29 (2000) 133-139.
- [6] www.rgees.com
- [7] Decagon D (2014). KD2 Pro Theory. In: KD2 Pro User Manual

NOVENA SESIÓN

ÍÑIGO GARCÍA RODRÍGUEZ

“Gobierno y vulnerabilidad financiera de las entidades no lucrativas”

LARA ROQUE VIADAS

“Lactic acid recovery by membrane technology using niosomes as extraction agents”

LAURA FRANCO RUBIO

“Factores explicativos del funcionamiento ocupacional y de la calidad de vida en personas con trastorno mental grave”

RODRIGO PALACIOS SALDAÑA

“Optimisation of power distribution planning. A state of the art”

JANA PRODANOVA

“El usuario de la banca por móvil y su comportamiento multicanal”

GOBIERNO Y VULNERABILIDAD FINANCIERA DE LAS ENTIDADES NO LUCRATIVAS

ÍÑIGO GARCÍA RODRÍGUEZ^{1,2}

¹*Universidad de Burgos*

²*Universidad Autónoma de Madrid*

RESUMEN

Esta investigación analiza la relación existente entre la composición del consejo de las entidades no lucrativas y el grado de vulnerabilidad financiera de las mismas. Este estudio se realiza desde un enfoque multiteórico que incluye aspectos de distintas teorías (agencia y dependencia de recursos esencialmente), considerando un doble papel de los consejeros, supervisor y estratégico. Igualmente, se adopta una perspectiva contingente que contempla la influencia de las características de las propias organizaciones sobre la relación entre el consejo y la vulnerabilidad financiera. Este trabajo avanza los resultados preliminares obtenidos, así como los análisis empíricos pendientes de realizar.

Palabras clave: Entidades no lucrativas, gobierno, vulnerabilidad financiera, ONGDs

ABSTRACT

This research analyzes the relationship between the board composition of non-profit organizations and their financial vulnerability. This study follows a multitheoretical framework that includes aspects from different theories (agency and resource dependence mainly), considering both oversight and strategic roles of the board. A contingent approach is also assumed, taking into account the influence of some characteristics of the organization on the relationship between the board and the financial vulnerability. This paper shows the preliminary results, as well as the remaining empirical analyses.

Keywords: Nonprofit organizations, governance, financial vulnerability, NGOs

1. INTRODUCCIÓN

El sector no lucrativo, también denominado tercer sector o sector voluntario, ha ido adquiriendo cada vez una mayor relevancia en las sociedades occidentales durante las últimas dos décadas. El incremento del volumen de recursos (tanto humanos como financieros) que manejan estas entidades ha supuesto un aumento paralelo en la preocupación de la sociedad por la correcta utilización de dichos recursos. Para resolver esta inquietud social, los investigadores analizan, entre otros aspectos, el sistema de gobierno de las entidades no lucrativas (ENL) como responsable último de su eficiencia en la asignación de recursos.

Durante años se pensó que la ausencia del ánimo de lucro y el carácter voluntario de muchos de sus trabajadores hacían de estas organizaciones agentes sin riesgo de comportamientos oportunistas. Sin embargo, este sector no está libre de problemas ni de riesgos. Muestra de ello son los últimos escándalos en los que se han visto involucradas algunas ENL (Anesvad, Fundación Deporte, Cultura e Integración Social, o la Fundación Trías Fargas). Tales problemas han acentuado la necesidad de dotar a estas organizaciones de mecanismos de gobierno efectivos. Así, el gobierno, ampliamente estudiado en el ámbito lucrativo, comienza a protagonizar las investigaciones en el tercer sector.

Así, nos encontramos con que la gran mayoría de los estudios sobre gobierno en el sector voluntario se centran en el consejo¹ como vértice del sistema de gobierno interno de cualquier tipo de organización. Son muchos los trabajos que, desde diferentes perspectivas teóricas, tratan de explicar el papel del consejo en estas entidades y la composición que más favorece el desempeño de sus roles. Sin embargo, a pesar del esfuerzo investigador realizado en la materia, la conformación óptima del consejo dista mucho de ser conocida. Considerados de forma aislada, no hay argumentos de una única teoría que parezcan suficientes para explicar la efectividad del consejo en el tercer sector. En consecuencia, los estudios más recientes han optado por aunar varias teorías para construir una perspectiva más completa y con mayor capacidad explicativa de la realidad no lucrativa [1], [2], [3]. En esta investigación nos unimos a esta línea de trabajo apostando por estudiar el consejo de las ENL a través de un enfoque multiteórico, aunando aspectos de distintas teorías. Además, abordaremos el problema de la endogeneidad de la composición del consejo, problema especialmente relevante en un sector en el que los consejeros no son remunerados, sino que generalmente seleccionan la entidad a la que prestar sus servicios por razones de prestigio o viabilidad de la organización [4].

Con todo ello, el objetivo principal de esta investigación es analizar la relación entre la configuración del consejo y la vulnerabilidad financiera de la organización, dado que la reciente crisis ha tenido un fuerte impacto sobre el sector, poniendo de manifiesto la importancia de contar con unos adecuados mecanismos de gobierno (especialmente en lo referente al rol estratégico) y estructuras de ingresos y de gastos que permitan paliar los efectos de un shock económico y continuar de forma sostenible con el desempeño de los servicios prestados a la sociedad. Esta relación será contrastada para un ámbito muy específico, como es el de las Organizaciones No Gubernamentales para el Desarrollo (ONGDs). En concreto, nuestra muestra está compuesta por entidades europeas, lo cual puede aportar una evidencia empírica diferente sobre esta materia, la cual ha sido claramente dominada por el análisis de entidades norteamericanas.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente manera: Comenzamos con una revisión de la literatura referente a la vulnerabilidad financiera y al gobierno de las ENL. A continuación describimos la muestra y la metodología seguida para, después, mostrar los resultados obtenidos hasta el momento. Finalizamos con la exposición de las conclusiones obtenidas.

¹ En este trabajo se utiliza el término “consejo” u “órgano de gobierno” indistintamente. En las ENL españolas, los términos legales más empleados serían Patronato (en caso de Fundaciones) o Junta Directiva (en asociaciones).

2. MARCO TEÓRICO

Este trabajo aúna dos campos de la investigación en el sector no lucrativo como son los referidas a la vulnerabilidad financiera y al gobierno de estas organizaciones. Por ello, tras realizar un breve repaso al estado de la literatura de ambos temas en los dos primeros subapartados, introducimos en el tercero la relación existente entre gobierno y vulnerabilidad financiera, si bien, en este caso, es referida al sector lucrativo dada la ausencia de investigaciones en el ámbito de las ENL.

2.1. Vulnerabilidad financiera de las entidades no lucrativas

La vulnerabilidad financiera apenas se ha estudiado en el ámbito no lucrativo en comparación con el sector lucrativo. Sin embargo, desde el estudio realizado en esta materia hace dos décadas [5], su importancia en la literatura del tercer sector ha ido en aumento. Pero, a pesar de esta creciente importancia, la cuestión de la vulnerabilidad financiera está todavía por desarrollar y pocos han sido los estudios que se han centrado en la predicción de los problemas financieros de las ENL [6]. De hecho, la propia definición de “vulnerabilidad financiera” queda lejos de encontrar la unanimidad entre los académicos. Así, tradicionalmente han predominado conceptos tales como “reducción significativa de los activos netos”, “eliminación de los servicios prestados por la organización”, “reducción significativa de los ingresos”, “insolvenca”, o “capacidad para sobrevivir” (aunque un impedimento añadido es la dificultad para medir las organizaciones inactivas y desaparecidas [7]).

En [5] se proponía emplear cuatro ratios contables para evaluar la vulnerabilidad financiera de las *nonprofits*. De acuerdo con estos autores, una organización será financieramente vulnerable si se encuentra en el quintil inferior de al menos dos de estas cuatro medidas: *Recursos propios*: Las organizaciones que cuenten con una alta proporción de deuda (y por tanto una baja de recursos propios) son más vulnerables financieramente porque pierden la capacidad para contrarrestar una crisis de ingresos. *Concentración de ingresos*: Las ENL que posean un número reducido de fuentes de ingresos se encuentran en una posición más vulnerable. Ello se debe a que la probabilidad de desaparición de una única fuente es superior a la de la interrupción simultánea de varias de ellas. *Costes administrativos*: Aquellas organizaciones que tengan unos costes administrativos bajos son más vulnerables debido a que no cuentan con la posibilidad de reducirlos en el caso de que se vieran afectadas por un shock financiero. *Margen operativo*: Las entidades son más vulnerables en el caso de que su margen operativo sea bajo o negativo puesto que no contarían con una potencial capacidad de reemplazo en caso de una reducción de los ingresos.

Implícitamente, en [5] se considera que la vulnerabilidad financiera en las *nonprofits* consiste en una gran reducción del gasto en programas. En esta línea se sitúan también el estudio de [8], en el que emplean las cuatro variables de [5] para desarrollar el primer modelo predictivo en esta materia, capaz de detectar los posibles problemas financieros de las organizaciones. También destacable es la aportación realizada por estos autores al introducir la observación de estas variables durante tres ejercicios consecutivos para tratar de asegurar que no se trata de un problema coyuntural. En [8] encuentran una relación significativa entre tres de las cuatro variables empleadas (todas excepto el patrimonio neto) y la vulnerabilidad financiera. Para ello emplean un modelo *logit*, el cual sirve también de referencia para un gran número de estudios posteriores. Poco después, en [7] se aplica igualmente el modelo de [5] a las

organizaciones del subsector artístico, concluyendo con la necesidad de adaptar de esta medida a cada uno de los subsectores de actividad de las entidades.

Un segundo grupo de estudios [9], [10], [11] utiliza como proxy de la vulnerabilidad financiera la reducción de los activos netos [12]. Los estudios de [9] y [10] incluyen dos variables adicionales a las de [5] para valorar la vulnerabilidad financiera de las organizaciones: El tamaño de la organización (medido por el volumen total de activos) y el subsector de actividad. En ambos estudios se observa que las *nonprofits* más grandes son menos vulnerables así como la existencia de notables diferencias entre los distintos subsectores.

Durante los últimos años, otros investigadores han tratado de mejorar la predicción de la vulnerabilidad financiera de las ENL considerando otras variables. Así, en [13] se incluye en el modelo de valoración el efecto de la inflación y la diferencia entre el corto y el largo plazo introduciendo conceptos como capacidad, sostenibilidad y capacidad de adaptación (*resilience*), considerando variables como *return on assets* –ROA-, *Months of spending* y *Mark Up*. En [6] se comparan cuatro modelos del sector corporativo y no lucrativo ([5], [14], [15] y el desarrollado por el *Internal Revenue Service* –IRS- en 2007) e incluyen en su modelo variables adicionales, tales como la existencia de una auditoría, la existencia o ausencia de activos netos restringidos, así como otros ratios financieros (gastos en captación de fondos respecto al total de gastos, o gastos por compensación de los directivos relacionada con los programas respecto al total de gastos).

Con todo, después de más de veinte años de actividad investigadora no existen conclusiones claras sobre esta cuestión. Sin embargo, todos los estudios coinciden en la importancia de considerar el sector específico de actividad, dado que éste provoca diferencias entre el comportamiento de las *nonprofits* y ello es reflejado a la hora de evaluar la vulnerabilidad financiera. En esta línea, nuestro estudio se centra en evaluar la vulnerabilidad financiera de las organizaciones del subsector dedicado a la cooperación internacional y el desarrollo.

2.2. Gobierno de las entidades no lucrativas

La mayoría de los estudios del gobierno de las ENL identifica el consejo como principal órgano de gobierno de las organizaciones sin ánimo de lucro, a pesar de la existencia de otros (donantes significativos, regulación, auditorías externas), debido a su mayor efectividad [16], [17], [18]. El consejo es el encargado de proteger los intereses de fundadores, donantes, beneficiarios y de la sociedad en general [4], siendo sus miembros los responsables de guiar a la entidad con habilidad e integridad hacia la consecución de sus fines [4], [16]. Además, en el ámbito no lucrativo, el consejo tiene un rol especialmente activo e instrumental [19], [20].

Un primer grupo de estudios, (literatura prescriptiva) se centra en establecer las funciones que han de desempeñar los miembros del consejo [3] de modo genérico, sin establecer distinciones entre los tipos de organizaciones. La lista de roles, funciones y responsabilidades es amplia. Sin embargo, estos estudios carecen de enfoque teórico para justificar tales buenas prácticas [21] y, además, existen grandes diferencias entre lo prescrito por esta literatura y la realidad [22], [23], [24], [25].

El siguiente grupo de estudios lo conforman aquellos que utilizan el enfoque de dependencia de recursos para explicar el papel del consejo de las ENL. En ellos

se hace énfasis en la capacidad del consejo para proveer recursos a la organización, incluyendo a consejeros con habilidades para tener influencia en el exterior en beneficio de la organización [1]. En un primer momento se analizaron los vínculos a recursos necesarios que proporcionan los miembros del consejo [26], en términos de captación de fondos y relaciones gubernamentales, pero posteriormente también se ha considerado el rol estratégico o de asesoramiento que proporcionan los propios consejeros [23].

Sin embargo, el grupo anterior no considera el papel supervisor del consejo, con lo que, para paliar tal déficit, los investigadores comenzaron a emplear la teoría de la agencia [27], la más empleada en el sector corporativo [28], para explicar el gobierno en las ENL. Esta teoría parte de considerar las organizaciones como nudos de contratos, y analiza las relaciones entre principal (aportantes de recursos) y agente (aquellos en los que delegan los anteriores). Si ambas partes no actúan bajo el mismo interés aparecerán los denominados costes de agencia, que minoran el beneficio del principal. Así, la principal función de los mecanismos de gobierno sería supervisar el comportamiento de los agentes, para tratar de evitar su comportamiento oportunista y, por ende, la expropiación de los recursos aportados por los principales. La relación originalmente analizada es la existente entre accionistas y directivos, si bien se puede aplicar a cualquier relación en otros tipos de entidad [29]. En el caso del tercer sector, suele estudiarse la relación entre donantes, como principales aportantes de recursos, y directivos de la organización, como agentes que gestionan los recursos [16]. Así, la principal función del consejo sería controlar la actuación directiva para evitar que expropiasen recursos. No obstante, muchos autores son reacios a aplicar esta teoría al tercer sector, argumentando que la “restricción de la no distribución” (imposibilidad de repartir beneficios entre aquellos que controlan la organización) evita el comportamiento oportunista [30]. Sin embargo, aunque no exista la figura del acreedor residual (el que recibiría los beneficios de la organización), no desaparece la posibilidad de que algunos agentes internos se apropien indebidamente de los recursos de la ENL [31]. Otros autores sostienen que no existe conflicto de objetivos entre donantes y directivos, pero el mero hecho de que los consejeros no esperen conflictos de intereses no implica que los mismos no existan, sino que los consejeros no son conscientes de ellos [32].

A la vista de lo anterior, varios autores señalan la necesidad de incluir un enfoque multiteórico que permita explicar en mayor medida el papel del consejo de las ENL, capturando adecuadamente todos los beneficios que los mecanismos de gobierno tienen sobre estas organizaciones [1], [26], [33], [34]. De esta manera, la teoría de la agencia puede ser ampliada añadiendo aspectos de otros enfoques tales como la teoría de dependencia de recursos [1], [2], [3], la teoría de toma de decisiones en grupo, que nos permite comprender mejor los procesos sociales que guían el comportamiento de los consejos [26], o el enfoque cognitivo de la teoría de la agencia [35], [36], en el que cobra una elevada importancia el esquema mental de cada persona y los “conflictos cognitivos” que se producen en los procesos de toma de decisiones cuando existen individuos con esquemas mentales divergentes. De esta manera, este enfoque multiteórico nos permite explicar la doble función del consejo, supervisora y asesora. Ahora bien, el problema surge cuando una configuración del consejo es apropiada para el desarrollo de una de esas dos funciones pero perjudicial para la otra. Así pues, la composición ideal del consejo de las ENL resulta de un ajuste a las necesidades y circunstancias de las mismas [4].

Por tanto, es también necesario tener en cuenta el carácter contingente de este órgano de gobierno. El consejo de una ENL no se encuentra aislado, sino que se ve afectado por la idiosincrasia particular de dicha organización y por el entorno en el que esta desarrolla su actividad. Así, diversos autores han comprobado que el mayor tamaño de la organización se traduce en un número superior de funciones a desempeñar por el órgano de gobierno [4], [22], [24], [25], [37] y, por ende, en la necesidad de incrementar el tamaño del consejo para ejercerlas de forma efectiva [4], [38], [39]. El tamaño de la entidad está también relacionado con la visibilidad de la misma, con lo que, debido al carácter gratuito del cargo de consejero en estas organizaciones, condiciona la composición de su órgano de gobierno, contando las ENL más visibles con una mayor capacidad para captar consejeros. De igual modo, la edad de la entidad parece afectar a la configuración del consejo, influyendo positivamente en su tamaño [4], [40] y diversidad [40]. Otra característica de las entidades que puede influir en la configuración y en el funcionamiento del consejo es la forma legal que estas adoptan. Así, cada una de las formas jurídicas permitidas puede comportar diferentes requerimientos legales y distintas expectativas en cuanto a tareas, responsabilidades, control interno y actitudes respecto al gobierno de las mismas, convirtiéndose ello en una señal para los donantes [37], [41], [42]. También la condición religiosa de las entidades influye en el comportamiento de las organizaciones [41], [43]. Así, en función del grupo que controle la entidad, los donantes tienen distintas preferencias a la hora de realizar sus contribuciones, siendo posible que aparezcan diferencias en el consejo de las ENL.

Bajo este prisma, las características habitualmente estudiadas del consejo -tamaño e independencia- tienen efectos ambiguos. La literatura tradicional de agencia apunta que la función supervisora del consejo se desarrolla de forma efectiva por un consejo pequeño -para reducir los problemas de agencia y los gastos administrativos- [1], [16], [17], [33], [20], [44], y con una elevada independencia -para incrementar la objetividad de sus decisiones- [16], [20], [33]. Sin embargo, con los nuevos enfoques teóricos, el tamaño puede pasar a tener efectos beneficiosos, puesto que cada consejero puede aportar información y conocimiento [45], [46]. De hecho, los consejos de las ENL tienden a ser de mayor tamaño que sus homólogos en el sector lucrativo [47], y la participación de consejeros internos (trabajadores o directivos de la organización) puede traducirse en conocimientos específicos que favorecen la innovación y la creatividad en la toma de decisiones. Mientras, otros aspectos cobran una gran importancia, como son el capital humano (conocimientos, experiencia y reputación) y el capital social (redes y vínculos con grupos externos). Dentro de este último tipo, se ha analizado la presencia de los consejeros en los órganos de gobierno de otras entidades, considerándola como una fuente potencial de capital humano que puede proporcionar nuevos conocimientos así como el establecimiento de vínculos con dichas organizaciones [48]. Ambos, capital humano y capital social, son considerados como factores determinantes del rendimiento del consejo [2], [49], [50], [51]. Igualmente, la diversidad del consejo es valorada de manera positiva en tanto que favorece la innovación y la generación de conocimiento [40]. Esta diversidad está relacionada tanto con atributos observables (etnia, edad, género), como con otros que no lo son (educación, habilidades, experiencia) [52], [53] pues permite al consejo poseer una perspectiva más amplia para poder detectar problemas, y proponer, evaluar y adoptar soluciones [54], [55], teniendo un efecto positivo sobre la eficacia del consejo y, en consecuencia, sobre el rendimiento de las ENL [33].

Con todo ello, en esta investigación asumimos de un modelo multiteórico y contingente de gobierno que permite explicar el doble rol de los consejeros (supervisor y estratégico) y la configuración adaptada del órgano de gobierno a las necesidades y posibilidades de la organización, que vendrán determinadas por sus características particulares.

2.3. Gobierno y vulnerabilidad financiera

En el sector lucrativo, el impacto del consejo ha sido estudiado ya no sólo sobre el desempeño de las empresas, sino que también sobre la quiebra o las dificultades financieras que sufren las compañías [56], [57], [58], [59], [60]. Por el contrario, la literatura previa del sector no lucrativo ha analizado exclusivamente la relación existente entre el consejo y la eficiencia de las entidades (entre otros, [1], [16], [17], [26]). La única excepción la constituiría [61], trabajo que estudia el efecto de la efectividad del consejo y las contribuciones privadas sobre la vulnerabilidad financiera.

Es por ello por lo que, a la vista de la literatura previa, esta investigación trata de cubrir un hueco en la investigación del sector no lucrativo, relacionando la composición del consejo de la organización con la vulnerabilidad financiera de la misma.

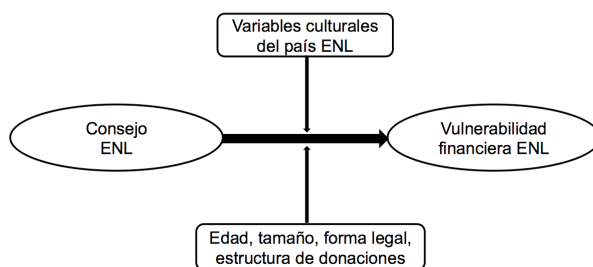


Figura 1. Modelo de la investigación.

Como se aprecia en la Figura 1, planteamos un modelo contingente en el que la vulnerabilidad de la ENL depende de la composición de su órgano de gobierno en términos de tamaño, independencia, volumen de conocimientos y diversidad de género, experiencia y conocimientos. Sin embargo, esta relación existente entre la composición del consejo y la vulnerabilidad de la organización se encuentra moderada por una serie de factores organizacionales, tales como el tamaño, la antigüedad y la estructura de donaciones de la entidad, así como por la propia pertenencia a un determinado país (variables culturales). De esta manera, tales factores influyen, de manera positiva o negativa, sobre el efecto que tiene la composición del consejo sobre la vulnerabilidad financiera de la ENL.

3. MUESTRA Y METODOLOGÍA

La muestra de esta investigación está conformada por ENL dedicadas al subsector de la cooperación internacional para el desarrollo, las ONGDs. Este subsector tiene sus propias particularidades, como son la gran dependencia de fondos públicos (Ayuda Oficial al Desarrollo –AOD-) y de donaciones sin contraprestación material, o la dificultad para supervisar adecuadamente el destino final de los fondos aportados debido a que gran parte de la labor desarrollada por estas entidades es llevada a cabo

en terceros países. Hasta el momento hemos realizado análisis empíricos que incluyen organizaciones tres países, Bélgica, España y Reino Unido. Para determinar la muestra se han seguido los siguientes criterios: Para los casos español y británico hemos partido de las organizaciones que forman parte de la coordinadora de estas organizaciones en cada país (CONGDE en España y Bond en Reino Unido), mientras que, por su parte, para el caso de Bélgica hemos incluido las ONGDs que estén acreditadas por la Dirección General de Cooperación al Desarrollo y Ayuda Humanitaria.

Para obtener datos de estas organizaciones se ha acudido a diversas fuentes de información: Para el caso de entidades belgas, la base de datos Belfirst (contiene las cuentas anuales de las mismas). Para las españolas, la página web de cada ONGD (*curriculum vitae* de los consejeros, cuentas anuales, edad, forma legal) y los informes anuales elaborados por la CONGDE (estructura de financiación y de gastos según criterio funcional –no contable-). Por último, para las británicas, la web de la *Charity Commission of England and Wales* (en ella se encuentran las cuentas anuales).

Por último, en relación con la metodología, en cada estudio hemos empleado técnicas diferentes, según las características de la relación a tratar, habiendo utilizado modelos *logit*, *Tobit*, mínimos cuadrados ordinarios, *General Method of Moments* (GMM), y análisis de diferencias de medias entre grupos.

4. RESULTADOS OBTENIDOS

En esta sección exponemos los resultados obtenidos hasta el momento, quedando pendiente el estudio de la relación principal entre el consejo y la vulnerabilidad financiera.

4.1. Vulnerabilidad financiera en las ONGDs

En [62] estudiamos la vulnerabilidad financiera de 228 ONGDs británicas entre los años 2008 y 2012. Concretamente empleamos el índice de vulnerabilidad financiera propuesto por [10] para el sector no lucrativo en general. Al calcularlo, observamos cómo existe una escasa adaptación de tal índice a la realidad del subsector de la cooperación internacional para el desarrollo. Por ello, exponemos algunas razones relacionadas con cada una de las variables (ratio de costes administrativos, ratio de deuda, margen operativo, concentración de ingresos y tamaño) necesarias para el cálculo del índice que pueden explicar tal resultado, sugiriendo especialmente la confrontación entre los conceptos de eficiencia y vulnerabilidad financiera.

4.2. Definición de vulnerabilidad financiera en el sector no lucrativo

En [63] hacemos una revisión de las distintas definiciones operativas que se han dado al concepto de vulnerabilidad financiera, concluyendo que ninguna de ellas es totalmente completa. Por ello, proponemos una definición multidimensional de vulnerabilidad financiera, en la que se define como vulnerable aquella organización que tiene problemas estructurales (variación de activos netos en tres años), patrimoniales (relación entre activo y pasivo) y operativos (ratio de activos corrientes respecto al pasivo corriente). Aplicamos empíricamente este modelo a una muestra de 212 ONGDs de Reino Unido, obteniendo un bajo porcentaje (6%) de organizaciones que sean consideradas como vulnerables en las tres dimensiones, así como una baja coincidencia entre las entidades que son clasificadas financieramente vulnerables bajo este

modelo y alguna de las medidas tradicionales de vulnerabilidad financiera (reducción de gastos en programas y reducción de ingresos).

4.3. Composición contingente del consejo de las ONGDs

En [64] estudiamos la composición del consejo de 59 ONGDs españolas en el año 2011, analizando cómo las características propias de la organización marcan tanto sus necesidades asesoras y supervisoras como su capacidad para atraer consejeros especialmente capacitados e implicados. En este trabajo se concluye cómo efectivamente las características de las entidades provocan una configuración diferente del consejo. En concreto, se obtiene que las organizaciones más jóvenes, más pequeñas, aquellas con forma jurídica de fundación, así como las no religiosas, están realizando un mayor esfuerzo, tratando de conseguir una configuración óptima del consejo, incluyendo componentes que doten al órgano de gobierno de una mayor diversidad de conocimientos y experiencias, de un mayor grado de emprendimiento (tanto en el ámbito empresarial como en el lucrativo), así como de un mayor volumen de conocimientos, tanto cualitativamente (doctorados) como en especificidad (cooperación internacional o gestión de ONGs).

4.4. Estructura de capital de ONGDs de diferentes países

En [65] analizamos la estructura de capital durante el periodo 2010-2013 de 364 ONGDs pertenecientes a tres países: Bélgica, España y Reino Unido, siendo por tanto el primer estudio internacional de este ámbito. Al igual que sucede en la literatura referida al sector empresarial, observamos cómo el ratio de deuda es significativamente menor en Reino Unido (ejemplo representativo del *common law* frente al *civil law*). Igualmente, obtenemos diferencias significativas entre los cinco predictores clásicos habituales del endeudamiento (ratio de activos fijos, tamaño, ROA, crecimiento y riesgo), considerando tanto la deuda total como la referida únicamente a largo plazo. Encontramos también apoyo a la teoría del *pecking order* y apuntamos algunas razones que podrían explicar las diferencias encontradas entre los países, tales como las variables culturales (distancia al poder, individualismo, masculinidad, aversión al riesgo, orientación a largo plazo), institucionales (estabilidad política, derechos de acreedores, calidad de la regulación, etc.), macroeconómicas (producto interior bruto, inflación, etc.) y el nivel de AOD de cada uno de ellos.

4.5. Relación entre subvenciones públicas y privadas en las ONGDs

Por último, en [66] estudiamos la relación existente entre la financiación pública y la privada en 67 ONGDs españolas durante el periodo 2006-2011. Se trata de una relación muy estudiada por la literatura previa (efecto *crowding out / in*) pero en la que la evidencia empírica es contradictoria. En nuestro caso, para el subsector de la cooperación para el desarrollo, encontramos una relación negativa: Un euro de ingresos públicos supone una reducción de 43 céntimos de ingresos privados. Sin embargo, la cuantía y significatividad de este efecto negativo varía en función del tipo de ingreso público (internacional, nacional, local) o privado (periódico, puntual, apadrinamiento, corporativo, derivados de ventas y servicios prestados) que se considere. De igual manera, también encontramos un efecto moderador del tamaño y la edad de la organización (el efecto negativo de la financiación pública es mayor en las ONGDs más antiguas y más grandes).

5. CONCLUSIONES

En esta investigación se ha abordado el planteamiento del estudio de una relación aún no considerada por la literatura del tercer sector, como es la del efecto de la composición del consejo sobre la vulnerabilidad financiera de la organización. Dicha relación no se ha testado empíricamente en esta fase de la investigación, pero podemos avanzar conclusiones obtenidas en análisis ya realizados.

En primer lugar, la importancia de las características de la organización, es decir, la necesidad de considerar un modelo contingente. Así pues, no existe un modelo de gobierno óptimo común para todas las organizaciones, sino que es pertinente contemplar las necesidades de cada entidad. Otro aspecto a destacar es la necesidad de adaptar las medidas de vulnerabilidad financiera al subsector de la cooperación internacional, así como de repensar el concepto de vulnerabilidad financiera en sí mismo, debido a que existe una confrontación entre los conceptos de eficiencia y vulnerabilidad que no se han considerado a la hora de establecer relaciones. También hemos llevado a cabo una primera aproximación a los estudios internacionales en este ámbito, concluyendo con la existencia de diferencias significativas entre el comportamiento de las ENL (al igual que lo que ocurre en el caso de las empresas) en función de su nacionalidad. Por último, también hemos profundizando en el análisis del efecto *crowding out*, contribuyendo a la literatura con la desagregación de los ingresos privados y públicos, la inclusión de características de la organización y el empleo de la metodología GMM.

REFERENCIAS

- [1] Callen, J.L.; Klein, A. & Tinkelman, D. (2010). The contextual impact of non-profit board composition and structure on organizational performance: Agency and resource dependence perspectives. *Voluntas: International Journal of Voluntas and Nonprofit Organizations* 21(1), pp. 101-125.
- [2] Hillman, A.J. & Dalziel, T. (2003). Boards of directors and firm performance: Integrating agency and resource dependence perspectives. *Academy of Management Review* 28(3), pp. 383-396.
- [3] Miller-Millesen, J.L. (2003). Understanding the behavior of nonprofit boards of directors: A theory-based approach. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly* 32(4), pp. 521-547.
- [4] Andrés-Alonso, P.; Azofra-Palenzuela, V. & Romero-Merino, M.E. (2009). Determinants of nonprofit board size and composition: The case of Spanish foundations. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly* 38(5), pp. 784-809.
- [5] Tuckman, H.P. & Chang, C.F. (1991). A methodology for measuring the financial vulnerability of charitable nonprofit organizations. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly* 20(4), pp. 445-460.
- [6] Gordon, T.P.; Fischer, M.; Greenlee, J. & Keating, E.K. (2013). Warning Signs: Nonprofit Insolvency Indicators. *International Research Journal of Applied Finance* IV(3), pp. 343-378.
- [7] Hager, M.A. (2001). Financial vulnerability among arts organizations: A test of the Tuckman-Chang measures. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly* 30(2), pp. 376-392.

- [8] Greenlee, J.S. & Trussel, J.M. (2000). Predicting the financial vulnerability of charitable organizations. *Nonprofit Management and Leadership* 11(2), pp.199-210.
- [9] Trussel, J.M. (2002). Revisiting the Prediction of Financial Vulnerability. *Nonprofit Management and Leadership* 13(1), pp. 17-31.
- [10] Trussel, J.M.; Greenlee, J.S. & Brady, T. (2002). Predicting financial vulnerability in charitable organizations. *The CPA Journal* June, pp. 66-69.
- [11] Trussel, J.M & Greenlee, J.S. (2004). A financial rating system for nonprofits organizations. *Research in Governmental and Nonprofit Accounting* 11, pp. 105-128.
- [12] Cordery, C.J.; Sim, D. & Baskerville, R.F. (2013). Three models, one goal: Assessing financial vulnerability in New Zealand amateur sports clubs. *Sport Management Review* 16(2), pp. 186-199.
- [13] Bowman, W. (2011). Financial capacity and sustainability of ordinary nonprofits. *Nonprofit and Management Leadership* 22(1), pp. 37-51.
- [14] Altman, E. (1968). Ratios, discriminant analysis, and the prediction of corporate bankruptcy. *Journal of Finance* 23(4), pp. 589-609.
- [15] Ohlson, J. (1980). Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. *Journal of Accounting Research* 18, pp. 109-131.
- [16] Andrés-Alonso, P.; Martín-Cruz, N. & Romero-Merino, M.E. (2006). The governance of nonprofit organizations. Empirical evidence from nongovernmental development organizations in Spain. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly* 35(4), pp. 588-604.
- [17] Callen, J.L.; Klein, A. & Tinkelman, D. (2003). Board composition committees and organizational efficiency: The case of nonprofits. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly* 32(4), pp. 493-520.
- [18] O'Regan, K. & Oster, S. (2002). Does government funding alter nonprofit governance? Evidence from New York city nonprofit contractors. *Journal of Policy Analysis and Management* 21(3), pp. 359-379.
- [19] Coombes, S.M.T.; Horris, M.H.; Allen, J.A. & Webb, J.W. (2011). Behavioural orientations of non-profit boards as a factor in entrepreneurial performance: Does governance matter. *Journal of Management Studies* 48(4), pp. 829-856.
- [20] O'Regan, K., & Oster, S. (2005). Does the structure and composition of the board matter? The case of nonprofit organizations. *Journal of Law, Economics and Organization* 21(1), pp. 205-227.
- [21] Speckbacher, G. (2008). Nonprofit versus corporate governance: An economic approach. *Nonprofit Management and Leadership* 18(3), pp. 295-320.
- [22] Herman, R.D. (2009). Are public service nonprofit boards meeting their responsibilities?. *Public Administration Review* 69(3), pp. 387-390.
- [23] Herman, R.D.; Renz, D.O. & Heimovics, R.D. (1997). Board practices and board effectiveness in local nonprofit organizations. *Nonprofit Management and Leadership*, 7(4), pp. 373-386.

- [24] Ostrower, F. & Stone, M.M. (2010). Moving governance research forward: A contingency-based framework and data application. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly* 39(5), pp. 901-924.
- [25] Zimmermann, J.A.M. & Stevens, B.W. (2008). Best practices in board governance. Evidence from South Carolina. *Nonprofit and Management Leadership* 19(2), pp. 189-202.
- [26] Brown, W.A. (2005). Exploring the association between board and organizational performance in nonprofit organizations. *Nonprofit Management and Leadership* 15(3), pp. 317-339.
- [27] Jensen, M.C. & Meckling, W.H. (1976). Theory of the firm: Managerial behaviour, agency costs and ownership structure. *Journal of Finance Economics* 3(4), pp. 305-360.
- [28] Dalton, D.; Daily, C.M.; Certo, T. & Roengpitya, R. (2003). Meta-Analysis of financial performance and equity: Fussion of confusion?. *Academy of Management Journal* 46(1), pp. 13-26.
- [29] Hill, C.W. & Jones, T.M. (1992). Stakeholder-agency theory. *Journal of Management Studies* 29(2), pp. 131-154.
- [30] Hansmann, H.B. (1980). The role of nonprofit enterprise. *Yale Law Review* 89, pp. 835-899.
- [31] Fama, E. & Jensen, M.C. (1983). Separation of ownership and control. *Journal of Law and Economics* 26, pp. 301-325.
- [32] Miller, J.L. (2002). The board as a monitor of organizational activity. *Nonprofit Management and Leadership* 12(4), pp. 429-450.
- [33] Andrés-Alonso, P.; Azofra-Palenzuela, V. & Romero-Merino, M.E. (2010). Beyond the disciplinary role of governance: How boards add value to Spanish foundations. *British Journal of Management* 21(1), pp. 100-114.
- [34] Van Puyvelde, S.; Caers, R.; Du Bois, C. & Jegers, M. (2012). The governance of nonprofit organizations: Integrating agency theory with stakeholder and stewardships theories. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly* 41(3), pp. 431-451.
- [35] Charreaux, G. (2005). Pur une gouvernance d'entreprise "comportementale": Une réflexion exploratoire (Toward a behavioural corporate governance theory: An exploratory view). *Revue Française de Gestion* 31(157), pp. 215-238.
- [36] Wirtz, P. (2011). The cognitive dimension of corporate governance in fast growing entrepreneurial firms. *European Management Journal* 29(6), pp. 431-447.
- [37] Cornforth, C. (2012). Nonprofit governance research: Limitations of the focus on boards and suggestions for new directions. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly* 41(6), pp. 1116-1135.
- [38] Aggarwal, R.K.; Evans, M.E. & Nanda, D. (2012). Nonprofit boards: Size, performance and managerial incentives. *Journal of Accounting and Economics* 53(1), pp. 466-487.
- [39] Cornforth, C. & Simpson, C. (2002). Change and continuity in the governance of nonprofit organizations in the United Kingdom: The impact of organizational size. *Nonprofit Management and Leadership* 12(4), pp. 451-470.

- [40] Abzug, R.; DiMaggio, P.; Gray, B.H.; Kang, C.H. & Useem, M. (1993). Variations in trusteeship: Cases from Boston and Cleveland, 1925-1985. *Voluntas: International Journal of Voluntas and Nonprofit Organizations* 4(3), pp. 271-300.
- [41] Gandía, J.L. (2011). Internet disclosure by nonprofit organizations: Empirical evidence of nongovernmental organizations for development in Spain. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly* 40(1), pp. 57-78.
- [42] Nicholson, G.; Newton, C. & McGregor-Lowndes, M. (2012). The nonprofit board as a team. Pilot results and initial insights. *Nonprofit and Management Leadership* 22(4), pp. 461-481.
- [43] Marcuello, C. & Salas, C. (2000). Money and time donations to Spanish non-governmental organizations for development aid. *Investigaciones Económicas* 24(1), pp. 51-73.
- [44] Jensen, M.C. (1993). The modern industrial revolution, exit, and the failure of internal control systems. *Journal of Finance* 48(3), pp. 831-880.
- [45] Bantel, K.A. & Jackson, S.E. (1989). Top management and innovations in banking: Does the composition of the top team make a difference? *Strategic Management Journal* 10(Special Issue), pp. 107-124.
- [46] Olson, D.E. (2000). Agency theory in the not-for-profit sector: Its role at independent colleges. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly* 29(1), pp. 280-296.
- [47] Forbes, D.P. & Milliken, F.J. (1999). Cognition and corporate governance: Understanding boards of directors as strategic decision-making groups. *Academy of Management Review* 24(3), pp. 489-505.
- [48] Vidovich, L. & Currie, J. (2012). Governance networks. Interlocking directorships of corporate and nonprofit boards. *Nonprofit Management and Leadership* 22(4), pp. 507-523.
- [49] Brown, W.A. (2007). Board development practices and competent board members: Implications for performance. *Nonprofit Management and Leadership* 17(3), pp. 301-317.
- [50] Brown, W.A.; Hillman, A.J. & Okun, M.A. (2012). Factors that influence monitoring and resource provision among nonprofit board members. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly* 41(1), pp. 145-156.
- [51] Preston, J.B. & Brown, W.A. (2004). Commitment and performance of nonprofit board members. *Nonprofit Management and Leadership* 15(2), pp. 221-238.
- [52] Milliken, F.J. & Martins, L.L. (1996). Searching for common threads: Understanding the multiple effects of diversity in organizational groups. *Academy of Management Review* 21(2), pp. 402-433.
- [53] Tsui, A.S.; Egan, T.D. & O'Reilly, C.A. (1992). Being different: Relational demography and organizational attachment. *Administrative Science Quarterly* 37(4), pp. 549-579.
- [54] Hambrick, D.C. & Mason, P.A. (1984). Upper echelons: The organization as a reflection of its top managers. *Academy of Management Review* 9(2), pp. 193-106.
- [55] Van der Walt, N. & Ingley, C. (2003). Board Dynamics and the Influence of Professional Background, Gender and Ethnic Diversity of Directors. *Corporate Governance: An International Review* 11(3), pp. 218-234.

- [56] Daily, C.M. & Dalton, D.R. 1994. Bankruptcy and corporate governance: The impact of board composition and structure. *Academy of Management Journal* 37(6), pp. 1603-1617.
- [57] Daily, C.M. & Dalton, D.R. 1994. Corporate governance and the bankrupt firm: an empirical assessment. *Strategic Management Journal* 15(8), pp. 643-654.
- [58] Lee, T-S. & Yeh, Y-H. 2004. Corporate governance and financial distress: evidence from Taiwan. *Corporate Governance: An International Review* 12(3), pp. 378-388.
- [59] Platt, H. & Platt, M. 2012. Corporate board attributes and bankruptcy. *Journal of Business Research* 65(8), pp. 1139-1143.
- [60] Simpson, W.G. & Gleason, A.E. 1999. Board structure, ownership and financial distress in banking firms. *International Review of Economics and Finance* 8(3), pp. 281-292.
- [61] Hodge, M.M. & Piccolo, R.F. 2005. Funding Source, Board Involvement Techniques, and Financial Vulnerability in Nonprofit Organizations: A Test of Resource Dependence. *Nonprofit Management and Leadership* 16(2), pp. 171-190.
- [62] Andres-Alonso, P.; Garcia-Rodriguez, I. & Romero-Merino, M.E. (2015). The dangers of assessing the financial vulnerability of nonprofits using traditional measures. The case of the Non-Governmental Development Organizations in the United Kingdom. *Nonprofit Management and Leadership* 25(4), pp. 371-382.
- [63] Andres-Alonso, P.; Garcia-Rodriguez, I. & Romero-Merino, M.E. (2015). What is the financial vulnerability of nonprofits? Presentado en XXV Congreso Nacional de ACEDE, Jaén.
- [64] García-Rodríguez, I. & Romero-Merino, M.E. (2014). ¿Quién gobierna las ONGDs en España? Un análisis de la composición de sus órganos de gobierno. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa* 81, pp. 95-126.
- [65] Garcia-Rodriguez, I. & Jegers, M. (2015). Capital structure of Nongovernmental Development Organizations: First cross-country evidence.
- [66] Andres-Alonso, P.; Garcia-Rodriguez, I. & Romero-Merino, M.E. (2015). The impact of public grants on private funding of Spanish Non-Governmental Development Organizations. Presentado en 5th CIRIEC International Research Conference On Social Economy, Lisboa.

LACTIC ACID RECOVERY BY MEMBRANE TECHNOLOGY USING NIOSOMES AS EXTRACTION AGENTS

LARA ROQUE¹, ISABEL ESCUDERO¹, JOSÉ M. BENITO¹

¹*Department of Biotechnology and Food Science, University of Burgos, Burgos, Spain*

RESUMEN

En este trabajo se ha estudiado la recuperación de ácido láctico de disoluciones acuosas diluidas mediante tecnologías de extracción con membrana utilizando como agentes de extracción, niosomas de Span 80 (monooleato de sorbitan) modificados con SDS (dodecilsulfato sódico). Los experimentos se llevaron a cabo utilizando una membrana plana de microfiltración de TiO₂ con un tamaño medio de poro de la 0,20 µm, y aplicando una presión transmembrana de 0,3 bar. Se ha estudiado el efecto de la composición de la alimentación (concentración de ácido láctico, pH, volumen de la fase dispersa, y el contenido en SDS adsorbido en los niosomas) en la velocidad de extracción y el grado de extracción. Igualmente, se ha estudiado el comportamiento de la membrana durante la etapa posterior de concentración. El contenido de SDS en los niosomas, la relación molar SDS / ácido láctico, y el pH, fueron los principales factores que afectan al grado de extracción del ácido láctico. Las mejores condiciones se alcanzaron con niosomas formulados con Span 80 (20 mol/m³) y SDS (4 mol/m³), una proporción molar SDS / ácido láctico de 0.010, y un pH inferior al pKa del ácido láctico; proporcionando un grado de extracción del 33% de ácido láctico con un flujo de permeado de 26 L/m²h, que se mantuvo constante durante la etapa de concentración. Se realizó un proceso de extracción en dos pasos, incrementando el grado de extracción hasta aproximadamente un 43%. La re-extracción del ácido láctico se alcanzó mediante adición de NaOH hasta un pH > 12, al cual se produce la ruptura de los niosomas.

Palabras clave: Niosomas, ácido láctico; Span 80; SDS; extracción con membranas.

ABSTRACT

Lactic acid recovery from dilute aqueous solutions by membrane extraction technology using niosomes of Span 80 (sorbitan monooleate) modified by SDS (sodium dodecyl sulphate) as extraction agents was studied. Experiments were conducted at a transmembrane pressure of 0.3 bar using a 0.20 mm pore size TiO₂ microfiltration flat-disc membrane. The effect of the feed composition (lactic acid concentration, pH, dispersed phase volume, and SDS content in niosomes) on the extraction rate and extraction degree at the equilibrium conditions, and membrane behavior during the subsequent concentration stage were investigated. SDS contained in niosomes, SDS to lactic acid molar ratio in the dispersion, and pH were the main factors affecting the

lactic acid extraction degree. The best conditions were achieved with niosomes formulated with Span 80 (20 mol/m³) and SDS (4 mol/m³), a SDS to lactic acid molar ratio of 0.010, and pH lower than the pK_a of the lactic acid: 33% of lactic acid extraction degree at the equilibrium and a constant permeate flux of 26 L/m²h was kept during the dispersion concentration. A two-step process increased the extraction degree up to about 43%. Back-extraction was made by NaOH addition until a pH > 12, where niosome breakup was observed.

Keywords: Niosomes; lactic acid; Span 80; SDS; membrane extraction.

1. INTRODUCTION

Several plant effluents from pharmaceutical, pulp and paper, and petrochemical industries contain organic acids of low molecular weight, whose recovery may be highly profitable notwithstanding their low concentration. Among them, lactic acid has a paramount importance in biotechnology and food industry, where is used as a food preservative, acidulant, flavoring agent and pH buffer [1,2], and also as a substitute for glycerin in the cosmetics sector. Further fields of applications, such as the production of biodegradable polymers derivatives of polylactic acid (PLA), 'green' solvents from lactate esters, and fine chemical commodity [3,4] reveal the potential of lactic acid and its importance on the chemical market. It is usually obtained by biotechnological fermentation.

Continuous lactic acid removal by membrane based processes has been shown to effectively increase lactic acid productivity [5]. Use of nanoparticles, as micelles, and membranes is an alternative process that can be used for organic acids recovery. The solutes can be retained after being trapped by the micelles, whereas the untrapped species readily pass through the UF membranes. These processes are considered to be clean technologies as they have the advantages of large-scale continuous separation without phase change, avoiding the use of organic solvents.

In this work we explore the use of niosomes as lactic acid extraction agents, a new technology that so far, to our knowledge, has not been explored. Niosomes or non-ionic surfactant vesicles are formed by one or more surfactant bilayers enclosing an aqueous inside cavity: both hydrophilic and hydrophobic compounds can be encapsulated inside their core and in the bilayer, respectively. Niosomes are preferred to liposomes because of their greater chemical stability, high purity, low cost, content uniformity, and their easy handling and storage [6,7]. Moreover, their large-scale production without using unacceptable solvents is uncomplicated, so they are widely used in pharmaceutical, cosmetic and, to a lesser extent, food applications[8-12].

This work aims to investigate the potential use of niosomes formulated with Span 80 and SDS as extraction agents of lactic acid in aqueous solution, and the simultaneous separation and concentration of dispersions using flat-disk ceramic microfiltration (MF) membranes. Kinetics and equilibrium capacities of niosomes for lactic acid extraction under different medium conditions are investigated in this work, in order to achieve acceptable levels of lactic acid extraction from dilute aqueous solutions.

2. METHODOLOGY

2.1. Niosome preparation

Niosomes were prepared by direct ultrasonication of 10 cm³ aqueous solutions of Span 80 (20 mol/m³) and SDS (0, 2, and 4 mol/m³), formulated by mixing appropriate volumes of the single surfactant solutions. The application of ultrasounds was carried out with pulses every 5 s over a 5-min effective time, using a high-intensity ultrasonic processor. Subsequently, the samples were centrifuged for 45 min at 9000 rpm, in order to remove traces of metal detached from the probe.

2.2. Experimental set-up

Tangential MF experiments were carried out using flat-disc ceramic membranes with an active layer of TiO₂. The system is equipped with a jacketed feed tank, a peristaltic pump, a rotameter and a pressure gauge.

Three TiO₂ MF membranes with 0.14, 0.20 and 0.45 mm pore size were tested in previous experiments.

2.3. Niosomal extraction procedure

Based in previous results, all experiments were carried out using the filtration cell with the selected membrane (0.20 mm) and a TMP of 0.3 bar. The feed was a solution of lactic acid to which was added a certain volume of the dispersed phase containing niosomes formulated with Span 80 (20 mol/m³) and different SDS concentrations.

The factors to be studied were the feed lactic acid concentration (5, 10 and 20 mol/m³), feed pH (natural and modified by addition of 0.1 N HCl or 0.1 N NaOH up to a set point pH between 2 and 12), volume of the dispersed phase (10, 30, and 60 cm³) added to the aqueous feed, and SDS concentration in the niosome formulation (0, 2, and 4 mol/m³).

Experiments were performed in two consecutive stages: in total recirculation mode and then in concentration mode.

2.3.1. Total recirculation mode (1st stage)

The objective of this stage was the study of the lactic acid extraction kinetics and the determination of the niosomes extraction efficiency at the equilibrium conditions. Experiments were conducted with total recirculation of permeate and retentate to the feed tank, starting the operation time with the addition of the dispersed phase.

2.3.2. Concentration mode (2nd stage)

The second stage aims to evaluate the behavior of the MF membrane during the lactic acid-loaded niosomes concentration process. Once the equilibrium was reached in the previous stage, the system continued working in concentration mode to a volume concentration ratio (VCR) around 2.5.

2.4. Lactic acid extraction by a two-step concentration process

In order to increase the lactic acid extraction process efficiency, a two-step extraction experiment was conducted using the permeate of the first step as the feed of the second step.

2.5. Lactic acid back-extraction process

Based on the results obtained at pH 12.2, the lactic acid back-extraction kinetic was studied at this pH. Once the equilibrium with the dispersed phase at natural pH was reached, the pH was modified by addition of NaOH up to pH 12.

2.6. Analytical methods

Experimental variables		Analytical methods	
Lactic acid measurement	Lactic acid concentration in the samples	Natural pH	acid-base titration with NaOH
		pH modified	HPLC
Determination of free SDS concentration	SDS linked to niosomes SDS(NS)	Spectrophotometry at 615 nm by ethyl violet method	
	SDS adsorbed in the membrane SDS(m)		
Particle size measurement	Particle size distribution	Zetasizer Nano ZS apparatus	
Polydispersity index (PDI)	Width of the size distribution		
Zeta potential measurement	Electroforétic movility		
pH measurement		pH-meter	
Morphological analysis		NS-TEM	

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1. Experimental set-up

Results shown the presence of niosomes, with sizes ranging from 170 to 220 nm, PDI lower than 0.31 and zeta potential are between -45 mV and -35 mV, indicating the presence of negatively charged particles. Figure 1 shows two TEM micrographics of the niosomes obtained.

The pH of the niosomes in water dispersions was slightly higher than 6, superior to the isoelectric point (IEP) of the membrane, therefore the membrane surface is negatively charged and the electrostatic repulsions with the niosomes also negatively charged may explain the results of 100% niosome rejections obtained with the three membranes. However, for the following experiments, It was selected the 0.20 μm pore size membrane because it had the higher flux, and a TMP of 0.3 bar, which provides values close to the limiting flux.

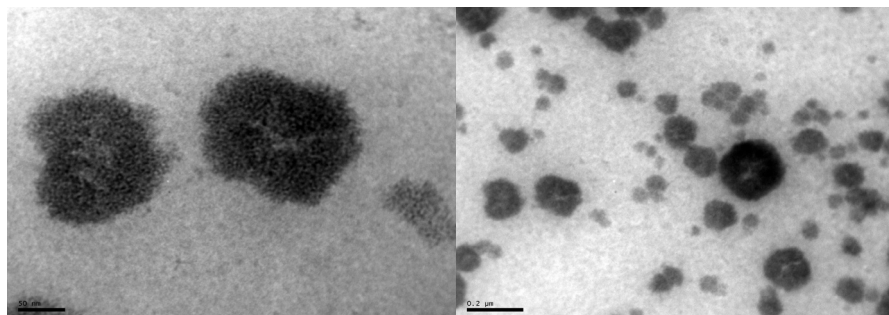


Figure 1. TEM micrographs of niosomes obtained by ultrasonication (5 min) of Span 80 (20 mol/m³) and SDS (4 mol/m³) in aqueous solution. Scale bars: (a) 50 nm, and (b) 0.2 μm.

3.2. Lactic acid extraction with niosomes

3.2.1. Effect of the SDS concentration in the formulation of niosomes

The highest extraction degree was achieved with the niosomal formulation of 4 mol/m³ SDS, being much better than the other formulations, as shown in Figure 2. The increased lactic acid extraction of 4 mol/m³ SDS niosomal formulation may occur due to the complex formation at the external interface of niosomes by hydrogen bonds between the SDS adsorbed in the niosome bilayer and the lactic acid protonated species. This extraction mechanism could explain the lower extraction obtained by niosomes formulated with 2 mol/m³ of SDS and systems without SDS.

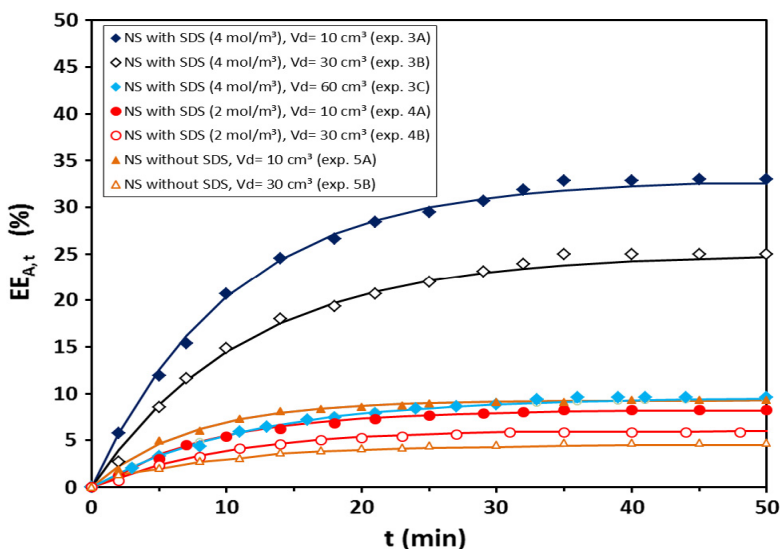


Figure 2. Effect of niosome formulation and the dispersed phase volume (Vd) added to the feed, on the lactic acid extraction kinetics.

3.2.2. Effect of the volume of the dispersed phase

It is observed for all formulations a significant decrease in the lactic acid extraction degree as the volume of dispersed phase increases.

The extraction decrease with increasing the volume of dispersed phase added to the feed solution can be explained as a consequence of the competition between the sodium counterions of the SDS dissociated form and lactic acid protonated species, resulting that the excess of counterions is unfavorable for the lactic acid extraction by hydrogen bonds.

3.2.3. Effect of the lactic acid concentration in feed

The effect of the lactic acid concentration in the continuous phase is also relevant on the extraction kinetics and the extraction capacity of niosomes. It is observed that the greatest extraction degree was obtained for the system of 10 mol/m³ of lactic acid concentration. Conversely, systems with 5 and 20 mol/m³ of lactic acid reached significantly lower extraction degrees. These results reveal that there is an optimum SDS to lactic acid molar ratio (SDS/A). In our case, into the range of SDS and lactic acid concentrations studied, such optimum corresponds to a SDS/A molar ratio of 0.01.

3.2.4. Effect of pH

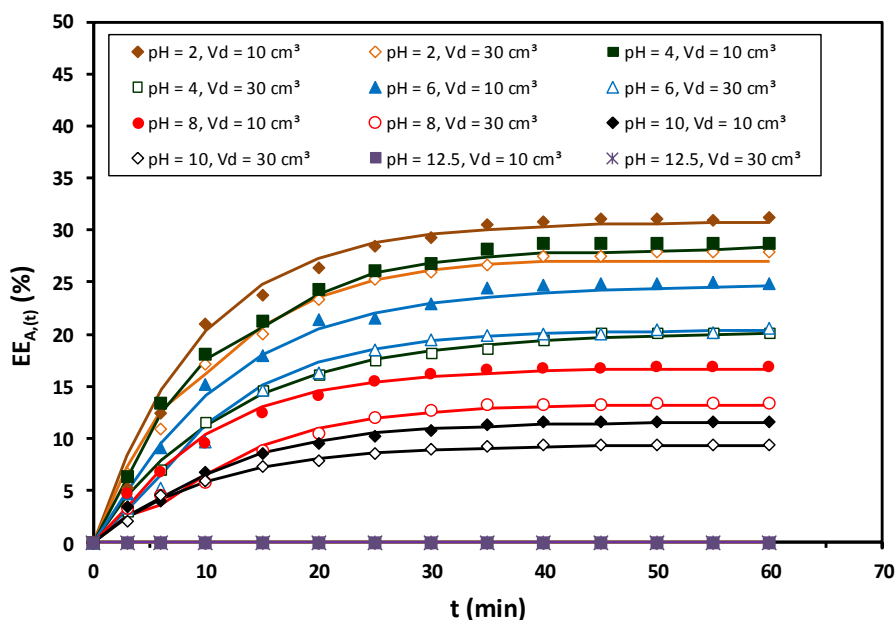


Figure 3. Effect of the feed pH on the lactic acid extraction kinetics. Symbols: experimental values. Lines: calculated values. TMP=0.3 bar, T=20°C, 10 mol/m³ initial lactic acid concentration.

Figure 3 shows a decrease in the extraction degree when pH increased. The affinity of niosomes by the different lactic acid species, protonated and anionic species, can be evaluated by the extraction equilibrium coefficients. They were calculated using

the Marquardt algorithm and the MicroMath Research Scientist software. K_{HL} and K_{L-} values depend on the dispersed phase volume, being significantly higher in the case of lower volume of niosomes; however, the K_{HL}/K_{L-} ratio was slightly higher than 2, indicating that the affinity of the SDS-modified niosomes to extract the lactic acid protonated species (HL) is at least twice than their affinity for the anionic species (L-).

3.3. Effect of the feed composition on the membrane behavior during the concentration stage

It was observed that 94-96% of the SDS added in the dispersed phase is linked to niosomes at the equilibrium conditions, and 2-3% was adsorbed in the membrane or in the concentration polarization layer, being partially responsible of flux decline.

The best result was obtained for systems at pH 2 and SDS/A ratio of 0.010 where 54.33 % and 99.41% of lactic acid and SDS, respectively, remains linked to the niosomes after concentration a $VCR = 2.31$. A constant permeate flux of 26 L/m² h was obtained through the concentration stage.

It was also observed a lowering flux as the pH increases, which indicates a more severe concentration polarization. It must be considered that the sodium cations addition to increase the pH partially neutralizes the negative charge of the membrane when the pH is higher than 4.1 (the IEP of the membrane), facilitating the accumulation of species on the membrane surface.

3.4. Lactic acid back-extraction process

Based on the results obtained at pH 12.2, the lactic acid back-extraction kinetic was studied at this pH.

It is observed that after 20 min, the lactic acid extraction degree is zero, indicating that all the lactic acid extracted in niosomes has been released as sodium lactate.

3.5. Lactic acid extraction in a two-step process

Results yielded a global lactic acid extraction degree of 42.77% for the two-step process, with respect to the initial lactic acid concentration in the feed tank. These results support the feasibility of a multiple-step process in which the optimum operating conditions (pH < pKa, niosomes formulated with Span 80 (20 mol/m³) and SDS (4 mol/m³), and a SDS/A molar ratio of 0.010) should be sought in each step in order to conveniently perform the lactic acid extraction

4. CONCLUSIONS

This work examines the influence of several factors related to dispersion composition and operation conditions of a membrane extraction hybrid process using Span 80 niosomes modified with SDS as lactic acid extraction agents. Niosome formulation was performed by 5 min direct ultrasonication of aqueous solutions of 20 mol/m³ Span 80 and different SDS concentrations.

Experiments were performed using a 0.20 μ m pore size flat-disc TiO₂ membrane and 0.3 bar of transmembrane pressure, as they provide a total rejection of the niosomes and high permeate flux that were kept constant during the concentration stage until a volume concentration ratio (VCR) around 2.5.

The lactic acid extraction degree is affected by the SDS concentration in the niosome formulation, the volume of dispersed phase added, pH and concentration of lactic acid in the aqueous solution. SDS concentration used in niosome formulation, pH, and SDS to lactic acid molar ratio (SDS/A) were the three important control parameters for the lactic acid extraction efficiency. Such optimal parameters were pH around 2,4 mol/m³ of SDS in the niosomal formulation, and a SDS/A molar ratio of 0.010. The highest lactic acid extraction degree (33%) was obtained with addition of 10 cm³ of dispersed phase containing niosomes formulated with Span 80 (20 mol/m³) and SDS (4 mol/m³).

The greater affinity of the niosomes by the non-dissociated species of lactic acid justifies the process optimization when working at pH < pKa of lactic acid (3.4).

The increased concentration of SDS monomers that remained free in dispersion (not linked to the niosomes) as the pH increases above the isoelectric point of the membrane (about 4.1) was the main responsible for the permeate flux decline.

At pH > 12 the breaking of niosomes took place and consequently there was no lactic acid extraction. A lactic acid recovery efficiency of 100% was obtained in the back-extraction process.

From this work, it is inferred that the lactic acid extraction could be performed in a multiple-step process with the optimum operating conditions (pH < pKa, niosomes formulated with Span 80 (20 mol/m³) and SDS (4 mol/m³), and a SDS/A molar ratio of 0.010).

REFERENCIAS

- [1] M.I. González, S. Álvarez, F.A. Riera, R. Álvarez (2008). Lactic acid recovery from whey ultrafiltrate fermentation broths and artificial solutions nanofiltration, *Desalination* 228, 84–96.
- [2] M.C. Duke, A. Lim, S.C. da Luz, L. Nielsen (2008). Lactic acid enrichment with inorganic nanofiltration and molecular sieving membranes by pervaporation, *Food Bioprod. Process.* 86, 290–295.
- [3] R. Datta, M. Henry (2006). Lactic acid: recent advances in products, processes and technologies – a review, *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 81, 1119–1129.
- [4] G. Dreschke, M. Probst, A. Walter, T. Pümpel, J. Walde, H. Insam (2015). Lactic acid and methane: improved exploitation of biowaste potential, *Bioresour. Technol.* 176, 47–55.
- [5] P. Pal, J. Sikder, S. Roy, L. Giorno (2009). Process intensification in lactic acid production: a review of membrane based processes, *Chem. Eng. Process.* 48, 1549–1559.
- [6] M.J. Choi, H.I. Maibach (2005). Liposomes and niosomes as topical drug delivery systems, *Skin Pharmacol. Physiol.* 18, 209–219.
- [7] C. Marianecchi, L. Di Marzio, F. Rinaldi, C. Celia, D. Paolino, F. Alhaique, S. Esposito, M. Carafa (2014). Niosomes from 80s to present: the state of the art, *Adv. Colloid Interface Sci.* 205, 187–206.
- [8] E. Acosta (2009). Bioavailability of nanoparticles in nutrient and nutraceutical delivery, *Curr. Opin. Colloid Interface Sci.* 14, 3–15.

-
- [9] S. Gouin (2004). Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends, *Trends Food Sci. Technol.* 15, 330–347.
- [10] D.J. McClements, E.A. Decker, Y. Park, J. Weiss (2009). Structural design principles for delivery of bioactive components in nutraceuticals and functional foods, *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 49, 577–606.
- [11] Y.-M. Hao, K. Li (2011). Entrapment and release difference resulting from hydrogen bonding interactions in niosome, *Int. J. Pharm.* 403, 245–253.
- [12] A.Y. Waddad, S. Abbad, F. Yu, W.L.L. Munyendo, J. Wang, H. Lv, J. Zhou (2013). Formulation, characterization and pharmacokinetics of Morin hydrate niosomes prepared from various non-ionic surfactants, *Int. J. Pharm.* 456, 446–458.

FACTORES EXPLICATIVOS DEL FUNCIONAMIENTO OCUPACIONAL Y DE LA CALIDAD DE VIDA EN PERSONAS CON TRASTORNO MENTAL GRAVE

LAURA FRANCO (DOCTORANDA)¹, SILVIA UBILLOS (DIRECTORA DE TESIS)²

¹*Doctoranda programa de Educación Universidad de Burgos. Terapeuta Ocupacional en el Servicio de Psiquiatría del Complejo Asistencial Universitario de Burgos.*

²*Profesora Contratado Doctor Universidad de Burgos.*

RESUMEN

La ocupación es importante para la recuperación, funcionamiento y calidad de vida para las personas con trastorno mental grave (TMG). Sin embargo, no existen suficientes estudios acerca del por qué las personas con TMG desempeñan algunas ocupaciones espontáneamente y cómo realizan las preferencias con respecto a las ocupaciones en las que se involucran. Para poder comprender esa elección de actividades es necesario conocer como la persona enferma usa su tiempo, su ritmo diario de actividad y descanso, sus rutinas, variedad y rango de ocupaciones, el significado y el valor de la ocupación así como otros posibles factores que pueden intervenir como la representación de la enfermedad, la atribución causal de la misma, la percepción de control de salud tanto de la persona enferma como de su familiar, el sentido de coherencia, la afectividad, las estrategias de afrontamiento y su compromiso con el tratamiento. Asimismo se investigará la influencia de todos ellos en el funcionamiento personal y social y la calidad de vida.

El concepto central de esta investigación es que estas categorías pueden influir en el bienestar y calidad de vida y el balance entre todas ellas, ayudará a mantener la salud. A través de los resultados del estudio se examinará un modelo de relaciones entre variables propuesto a partir del análisis de la bibliografía precedente, de esta forma se conocerá en qué componentes de la ocupación habrá que focalizar la intervención desde terapia ocupacional para mejorar el funcionamiento y la calidad de vida de las personas diagnosticadas de TMG. Es sabido que las intervenciones dirigidas a la orientación de las creencias de la enfermedad respecto del propio control personal sobre la salud mental mejoran el funcionamiento social y reducen la carga de la atención de los cuidadores [1] así como que las creencias de los individuos con respecto a su enfermedad pueden no ser estables a lo largo tiempo por lo que deben ser objeto de una evaluación continua por parte de los profesionales que les asisten [2].

Conseguir que las personas con TMG adquieran, recuperen o mantengan las ocupaciones necesarias para vivir en su entorno en las mejores condiciones posibles de calidad de vida y autonomía es el objetivo de tratamiento en la intervención de la disciplina de terapia ocupacional. Por ello, es fundamental el estudio sobre la elección de las ocupaciones diarias así como el uso del tiempo con el objetivo de dotar a las

personas con enfermedad mental de las herramientas necesarias para funcionar eficazmente [3] y, por tanto, aumentar su calidad de vida.

Palabras clave: Enfermedad mental, ocupación, funcionamiento personal y social, calidad de vida.

ABSTRACT

Occupation is important for the recovery, normal functioning and quality of life for people with chronic and severe mental illness. However, there are not enough studies about why this group of people spontaneously perform some occupations, and how they decide on how and why they award preference to some occupations in which they are involved. In order to understand these choices it is necessary to know how the person who suffers this type of illness uses his time, his daily activity and rest rhythms, their routines, variety and range of occupations, the meaning and value of the occupation as well as other possible factors that may act as a representation of the disease, its causal attribution, the sick person, and his/her family's, perceived health control, the sense of coherence, emotions, coping strategies and his engagement to the treatment. The influence of these factors on both personal and social functioning and quality of life will also be studied in this research.

The central concept of this research is that these categories may have an influence on the wellbeing and quality of life, and that the balance between them will help maintain good health. Through the results of this research, a model of relationships between variables proposed from the analysis of the previous literature is examined. In this way, health professionals will be able to know the specific components of the occupation where they should direct their interventions in order to improve the functioning and quality of life of people diagnosed with mental illness. Interventions aimed towards guiding beliefs regarding the disease in relation to personal control of one's own mental health improves social functioning and reduces the burden of care for caregivers [1] as well as the fact that people's beliefs about their disease aren't stable over time so they must be subject to ongoing evaluation by the professionals who assist them [2].

Achieving or maintaining occupations that are necessary to live in the environment within the best possible quality of life and autonomy is the goal of the intervention treatment in occupational therapy in people with chronic and severe mental illness. Therefore, it is essential to study the choice of daily occupations and the use of time in order to offer people with mental illness the necessary tools to function effectively [3] and therefore increase their quality of life.

Keywords: Mental illness, occupation, personal and social functioning, quality of life.

1. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades mentales suponen altos costes, tanto por la disminución de las actividades productivas, la pérdida de oportunidades de participación y la reducción del capital social como por el incremento del gasto socio-sanitario, la pérdida de identidad ocupacional, los gastos ocasionados por el aumento de los años vividos con discapacidad y dependencia, y la elevada morbilidad [4]. Por ello, la intervención hacia las personas diagnosticadas de TMG ha experimentado una gran transformación

en los últimos años, hablándose de nuevos conceptos: recuperación [5] y funcionalidad [6]. La atención no debe centrarse solamente en el funcionamiento sino también en aquella recuperación en la que se mantengan unos niveles normativos de funcionamiento social y ocupacional, vida independiente y remisión de síntomas psiquiátricos [7], conociéndose esto con el nombre de recuperación funcional.

En la mayoría de las personas diagnosticadas de TMG la recuperación funcional se encuentra limitada debido a las dificultades que presentan en su desempeño diario en cualquiera de las áreas de la ocupación (actividades de vida diaria, descanso y sueño, educación, trabajo, juego, ocio y tiempo libre y participación social). Si el desempeño ocupacional se encuentra restringido, la persona enferma puede sufrir disfunción ocupacional. En este estado, la persona no llega a satisfacer las demandas y expectativas sociales, alterando el proceso interno y abandonando la realización de sus ocupaciones disminuyendo su funcionamiento. Profundizar en el por qué las personas con TMG se comprometen con unas ocupaciones y con otras no, y por qué dejan de realizarlas, es necesario, ya que repercute en su proceso de recuperación [8], [9], funcionamiento y calidad de vida.

1.1. Desempeño ocupacional, funcionamiento y calidad de vida relacionada con la salud

La calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) se define como la percepción que tiene la persona de los efectos de su enfermedad mental o de la aplicación de su tratamiento, en diversos ámbitos de su vida; en especial, de las consecuencias que provoca sobre su bienestar físico, emocional o social. Esta investigación se centrará en la vivencia subjetiva de la salud de la persona y el impacto global de la enfermedad y/o tratamiento; el bienestar físico, emocional y social después del diagnóstico y tratamiento y el impacto de la salud percibida en la capacidad del individuo para realizar actividades importantes para el mismo con el fin de llevar una vida satisfactoria [10].

Las personas con enfermedad mental encuentran limitaciones en el desempeño en las áreas de la ocupación (actividades de vida diaria, descanso y sueño, educación, trabajo, juego, ocio y tiempo libre y participación social). En cuanto a la relación con el trabajo la mayoría de la población afectada se encuentra sin trabajo lo que disminuye su nivel económico aumentándose el impacto social de la enfermedad infringiendo en la CVRS. Son pocos los estudios que hayan tratado esta relación debido a las dificultades que presentan las personas con TMG en el acceso al empleo aunque se ha encontrado que las personas con enfermedad mental que están trabajando tienen mejor calidad de vida que los que están parados, son pensionistas o están incapacitados [11]. Atendiendo al nivel educativo, específicamente en los pacientes diagnosticados de consumo de tóxicos la investigación concluye que a un nivel educativo más bajo, una mayor satisfacción con la vida ya que presentan menores preocupaciones económicas y laborales [12].

Los síntomas de la enfermedad mental también pueden plantear dificultades en la búsqueda de participación social y ocio, siendo este tipo de actividades parte importante de la satisfacción con la vida [13]. Bajos niveles de satisfacción con la vida reflejan un menor número de roles incidiendo en el nivel de participación social entre pacientes psiquiátricos ambulatorios [14] influyendo en su desempeño, en la elección de ocupaciones y por tanto, en su funcionamiento y calidad de vida. Las personas diagnosticadas de enfermedad mental que presentan un equilibrio ocupacional, es de-

cir, que ocupan su tiempo de forma satisfactoria cumpliendo un patrón que atiende a todas las áreas de ocupación, tienen mejor percepción de salud, calidad de vida, e interacción social [15]. Los niveles más altos de actividad se han asociado con mayores niveles de satisfacción con la vida y participación de la comunidad [16] y, por tanto, mayor funcionamiento personal y social.

Un alto nivel de participación en ocupaciones se relaciona con una disminución de los síntomas psiquiátricos en la esquizofrenia y una mayor calidad de vida y viceversa] [17]. Las actividades diarias y el valor que se le da a las mismas [18] son importantes para la percepción de la salud y el bienestar en las personas con enfermedad mental [19]. También se ha demostrado que la satisfacción con las ocupaciones diarias [20] y el compromiso en actividades significativas [21] están fuertemente relacionados con la calidad de vida a través de un buen desempeño ocupacional.

1.2. Estrategias de afrontamiento, compromiso, hábitos saludables y su relación con el desempeño ocupacional

La manera en las que las personas con enfermedad mental se enfrentan a un problema determinará su desempeño ocupacional ya que actuará de una forma determinada (afrontamiento dirigido a la emoción o focalizado en el problema). Puede pensarse que un bajo nivel de participación ocupacional en las personas diagnosticadas de TMG es la consecuencia de un ambiente obstaculizador, de pocas oportunidades de participación o una deficiente habilidad para procesar las demandas o exigencias del ambiente pero es necesario tener en cuenta que puede ser consecuencia de las estrategias de afrontamiento utilizadas para adaptarse y mantener una distancia con la difícil realidad percibida por la persona enferma [22]. Un afrontamiento adecuado a una situación determinada conduce a un ajuste adecuado, y como evidencia de la adaptación se encuentran el “bienestar, el funcionamiento social y la salud somática” [23]. Por lo tanto, si la intervención se dirige a mejorar las estrategias de afrontamiento de la personas con TMG, éstas mejorarán su desempeño y, por tanto, su funcionamiento y calidad de vida.

El compromiso es otra de las variables fundamentales para los profesionales de la salud ya que tiene que ver con la implicación del paciente en su recuperación y calidad de vida. Sin embargo, no existen investigaciones que estudien la asociación entre la percepción de la enfermedad y el compromiso en la psicosis [24]. Se considera que cuando la persona enferma comprende de forma coherente su trastorno (conciencia de enfermedad) afrontará su situación mostrando un mayor nivel de compromiso y adherencia al tratamiento. Se entiende como compromiso el contacto que tiene la persona enferma con los servicios de salud, su participación activa en el tratamiento, el valor y la utilidad percibida del mismo, la implicación en ocupaciones, así como la motivación al cambio [25].

1.3. El impacto de los estados afectivos en el afrontamiento, compromiso y hábitos de salud

Las emociones cumplen una función adaptativa ya que bajo ciertas circunstancias la activación del sustrato fisiológico de cada una puede tener consecuencias sobre la salud jugando un papel importante en el bienestar siendo así, un indicador del grado de adaptación del individuo [26] y del funcionamiento social. Una conducta emocionalmente significativa se realiza de forma más consistente, de tal forma que

la emoción tiene la función adaptativa al facilitar el desempeño [27], a través de la utilización de estrategias de afrontamiento funcionales, un mayor compromiso y adherencia al tratamiento.

Una alta afectividad positiva es el estado de alta energía, concentración plena, placentera con una mayor participación o compromiso, adherencia al tratamiento y utilización de estrategias adaptativas. La afectividad negativa tiene que ver con la angustia, con la falta de placer, la adopción de estrategias disfuncionales como es un escaso o bajo compromiso [28]. En general, la afectividad positiva, y no la negativa, se relaciona con la actividad social y la satisfacción en actividades o eventos [29], mayor sensación de bienestar, sentido de competencia y mayor compromiso o participación [28]. En cambio, la afectividad negativa, pero no la positiva, se relaciona con un peor afrontamiento [30], mayores quejas de salud [31], falta de placer en las actividades o eventos [32], peor pronóstico funcional y menor calidad de vida [33]. En cuanto a la esquizofrenia, concretamente, a una mayor afectividad positiva mejor funcionamiento social, lo que significa, que la esquizofrenia se caracteriza por una baja afectividad positiva y una elevada afectividad negativa, siendo características estables en la enfermedad relacionadas con el funcionamiento [34]. Las emociones negativas influyen en la conducta interfiriendo en la adopción de hábitos saludables, como la adherencia al tratamiento y fomentado las conductas perjudiciales que ponen en peligro la salud [35].

1.4. El sentido de coherencia (SOC) como factor predictor de los estados afectivos, estrategias de afrontamiento y compromiso

El sentido de coherencia es lo que Antonovsky [36], [37] define como la capacidad del individuo para ver la vida de forma comprensible, manejable y significativa. Un nivel elevado de sentido de coherencia ha sido relacionado con bajos niveles de depresión, ansiedad, estrés y síntomas físicos y con el incremento en la capacidad funcional, en el bienestar psicológico y físico, y la calidad de vida. Dependiendo de la interpretación del éxito o fracaso que realice la persona con TMG ante una situación determinada se generará un afecto positivo (felicidad) o negativo (tristeza o frustración) lo que le llevará a adoptar estrategias de afrontamiento funcionales o disfuncionales, a un mayor o menor compromiso con los profesionales de la salud y a una mayor o menor adherencia al tratamiento. Asimismo el sentido de coherencia también se asocia directamente con la disposición al afrontamiento activo, afrontamiento focalizado en el problema, búsqueda de apoyo y reinterpretación positiva, todas ellas consideradas como estrategias adaptativas [38] y al compromiso, sin que los estados afectivos actúen como mediadores. Todo ello repercutirá en que la persona con TMG se involucre, o no, en ciertas ocupaciones (desempeño ocupacional) e influirá en su funcionamiento social/personal y CVRS.

1.5. La función de la percepción de la enfermedad: representaciones cognitivas, emocionales, control personal y atribuciones

Las personas con TMG buscan razones (atribuciones) para la enfermedad y elaboran creencias sobre si pueden ejercer control o no sobre ellas (control personal y control atribuible al tratamiento) y representaciones cognitivas sobre la patología: identidad, causas, consecuencias, duración, curso cíclico y coherencia, lo que determinará la evolución y progreso del trastorno. La persona enferma no solo elabora

creencias cognitivas si no que también fabrica representaciones emocionales como la conciencia de enfermedad, las emociones generadas y la comprensión de esta, es decir, como la persona siente que la enfermedad impacta en su emoción o estado de ánimo y la profundidad de ese efecto emocional que provoca la enfermedad [39]. Todos estos componentes forman un sistema de interrelaciones lógicas [40], [41], [42].

1.5.1. Percepción de enfermedad (cognitivo y emocional) y su relación con el sentido de coherencia (SOC), el afrontamiento y el compromiso

Se han encontrado resultados más desfavorables en cuanto a la percepción de enfermedad en relación con la CVRS cuando se ha asociado a emociones negativas demostrándose la influencia directa de la percepción negativa de la enfermedad y los estados emocionales sobre el bienestar físico y mental [43], [44]. Estas variables influirían sobre el sentido de coherencia ya que si la percepción cognitiva y emocional de la enfermedad es negativa, la persona con enfermedad mental tendrá sentimientos de fracaso.

La percepción negativa de la enfermedad se asocia con una recuperación más pobre, estrategias de afrontamiento disfuncionales, con un peor compromiso (mayor uso de los recursos de salud), y por ende a una mala adherencia al tratamiento y un peor funcionamiento, independientemente de las medidas objetivas de la gravedad de la enfermedad [42], [45]. La persona con TMG crea una visión global de su enfermedad mental y cómo esta influye en la planificación de estrategias de afrontamiento y en la recuperación funcional. Las creencias y representaciones cognitivas y emocionales respecto a una enfermedad dada pueden determinar el que un individuo haga algo para reducir el riesgo de desarrollar la enfermedad o para minimizar el riesgo asociado con la progresión o recaída de la misma. La percepción positiva de la enfermedad se asocia con un retorno más rápido a la actividad laboral [46]. En cuanto a la calidad de vida relacionada con la salud, cuando la percepción es favorable la CVRS es positiva en todas sus dimensiones, posibilitando incluso predecir en los pacientes el estado físico y mental en el futuro [47].

1.5.2. El impacto del control personal en el SOC, los estados afectivos, el afrontamiento y el compromiso

La persona diagnosticada de TMG debe sentir que posee los recursos necesarios para afrontar las exigencias del ambiente y actuar, esto es lo que se conoce como el sentido de competencia o la autoeficacia (control personal). A su vez, la percepción que tenga la persona sobre su capacidad para controlar la enfermedad y autoeficacia se asocian con el SOC o la percepción de éxito/fracaso [48], [49]. La persona que posee un alto SOC percibe un problema como comprensible, manejable (control personal) y desafiante (sentido de competencia) por lo que utilizará el estilo de afrontamiento más adecuado dentro de sus recursos disponibles [36], [37]. Creer que se tiene la capacidad de control sobre la enfermedad posibilita una percepción de la CVRS más favorable, a través de una menor presencia de emociones negativas (ansiedad, depresión, estrés) y un mayor optimismo [48], lo que permite un mejor uso de estrategias de afrontamiento, un uso adecuado y racional de los servicios de salud, y mejores hábitos de salud, pues el paciente percibe el curso de la enfermedad con menor cronicidad, de forma más realista y optimista, valora de forma más positiva la eficacia del tratamiento, percibe menos síntomas de dolor, amortigua los riesgos de la estigmatización

social relacionados con la condición de enfermedad y ayuda a fortalecer las creencias positivas [50], [51].

Por lo tanto, las personas que sienten que tienen el control de su salud tienen un mayor sentido del compromiso, poniendo en práctica conductas más saludables, como un nivel más alto de adherencia al tratamiento, mejorando su funcionamiento, reduciendo la discapacidad y alcanzando una mejor calidad de vida [45]. Las personas que perciben una situación como no cambiante (fuera de su control) suelen presentar estrategias de afrontamiento centradas en la emoción mientras que aquellos que la perciben modificable utilizan un afrontamiento focalizado en el problema [52].

1.5.3. Atribuciones y sentido de coherencia (éxito y fracaso)

Los pacientes que vieron la causa de la enfermedad en sí mismos mostraron una actitud más positiva que otros pacientes, integraron la enfermedad mental con más éxito en su vida y mostraron un mayor grado de adaptación social [53]. Las atribuciones negativas o disfuncionales tienen un mayor impacto en las situaciones de fracaso porque se atribuyen a una mala adaptación por falta de capacidades que se conciben como causas internas, estables e incontrolables (control personal).

1.6. El papel de los familiares

La percepción de la enfermedad, no solo depende de la persona enferma, sino también de su entorno familiar, es decir, la evolución y progreso de dichos pacientes y su adhesión al tratamiento se ve afectada por las atribuciones, actitudes, creencias y expectativas de los familiares de los pacientes con enfermedad mental [54], determinando las reacciones y actitudes que tengan los familiares hacia el individuo enfermo e influyendo en sus estrategias de afrontamiento [55]. En enfermedad mental, los familiares de los pacientes con TMG consideran que los síntomas negativos o el mal funcionamiento están bajo el control del paciente, provocando más actitudes críticas de los mismos hacia el familiar enfermo [56]. Todo esto, interfiere directamente en el desempeño ocupacional, toma de decisiones, resolución de problemas y afrontamiento del paciente porque el sentido de competencia y eficacia de la persona con enfermedad mental puede verse disminuido por la actitud de su familia.

En resumen, en base a la revisión de la literatura previa se plantea que si la persona con enfermedad mental tiene una adecuada representación cognitiva (baja puntuación en identidad, gravedad de las consecuencias y cronicidad) y emocional de la enfermedad, una percepción de desempeño ocupacional adecuada (posesión de habilidades, autoeficacia), un sentido de control interno, hace atribuciones de causas externas, estables y controlables, confía en su éxito, experimenta emociones positivas, se implicará activamente en su recuperación y actuará de una manera funcionalmente más adaptada (estilos de afrontamiento) mientras que si la representación cognitiva (alta puntuación en identidad, gravedad de las consecuencias y cronicidad) y emocional de la enfermedad es inadecuada, percibe pocas o pobres habilidades, el sentido de control es externo, atribuciones de causas internas, inestables e incontrolables, cree en su fracaso y experimenta emociones negativas, la implicación y las formas de afrontamiento serán más deficitarias. Por tanto, los sentimientos de incapacidad de las personas, la sensación de pérdida de control y de las oportunidades que poseen, y perciben, así como los afectos que experimenten influyen en el compromiso y la forma de afrontar la enfermedad así como en la adherencia al tratamiento, que a su

vez afectarán a las elecciones de las ocupaciones. Finalmente, todo ello redundará en el funcionamiento social y personal de la persona con TMG y en su calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) (ver Figura 1).

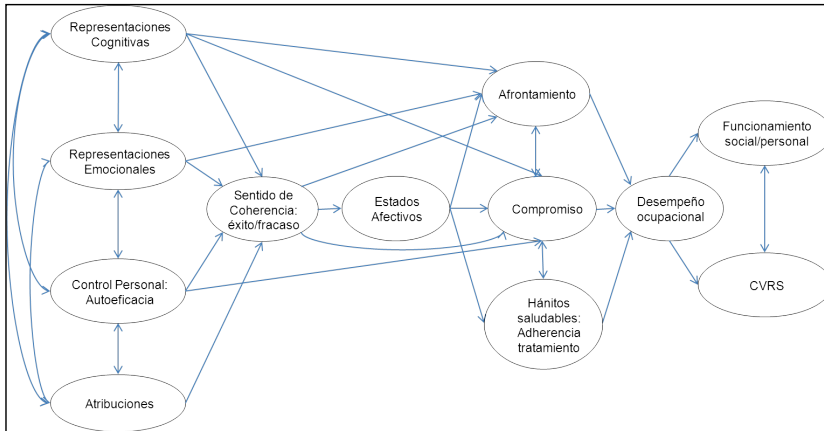


Figura 1. Modelo de variables explicativas del funcionamiento social y personal y la CVRS en personas con TMG.

2. METODOLOGÍA

2.1. Variables e instrumentos

Se tendrán en cuenta diferentes grupos de variables: personales, relacionadas con la enfermedad mental del paciente, con la percepción y el control de la misma, con el sentido de coherencia, con la afectividad, con el afrontamiento, compromiso y hábitos de salud por su posible relación con la ocupación y su influencia en el funcionamiento, calidad de vida y bienestar. Se usarán diferentes herramientas de evaluación en cada una de las variables de estudio. Todas los instrumentos seleccionados están validados y fiabilizados en pacientes con TMG en el contexto español. Algunos de estos instrumentos serán adaptados y validados para su aplicación en esta investigación.

2.2. Diseño de investigación

El tipo de estudio es longitudinal. El método de muestreo es intencional o de conveniencia.

2.3. Muestra

Pacientes de la red de atención psiquiátrica de Burgos diagnosticados de trastorno mental grave y su familiar de referencia o cuidador principal.

2.4. Análisis estadísticos

Se realizan los análisis estadísticos con la información recogida, con el paquete estadístico IBM SPSS versión 22 y el programa Mplus. Para dar respuesta a los objetivos de la investigación se comprobará la normalidad de los datos mediante la prueba

de Kolmogorov-Smirnov. Se realizará un análisis descriptivo en el que se incluirá media (\pm SD) y mediana (IQR) para las variables de tipo cuantitativo y frecuencia (%) para las variables cualitativas según características y distribuciones de las variables de interés. Se examinarán las principales propiedades psicométricas de las escalas que no están adaptadas en español como la fiabilidad como consistencia interna, la validez de constructo, validez convergente y funcionamiento diferencial de los ítems.

Se estudiarán las diferencias intergrupo según las variables género, zona de residencia, uso de otros dispositivos o actividades en las variables objeto de estudio (percepción de la enfermedad, percepción de control, atribuciones, sentido de coherencia, afectividad, afrontamiento, compromiso y adhesión al tratamiento, desempeño ocupacional, funcionamiento personal y social, y calidad de vida), aplicando pruebas paramétricas como T de Student o análisis de la varianza (ANOVAs) o pruebas no paramétricas como U de Mann-Whitney o prueba de Kruskal-Wallis. Se analizarán las diferencias intergrupo según las variables edad, ocupación, estado civil, número de ingresos en hospitalización breve, diagnóstico, tiempo de evolución de enfermedad y tiempo de estancia en el dispositivo actual, en las variables objeto de estudio (percepción de la enfermedad, percepción de control, atribuciones, sentido de coherencia, afectividad, afrontamiento, compromiso y adhesión al tratamiento, desempeño ocupacional, funcionamiento personal y social, y calidad de vida), aplicando pruebas paramétricas como ANOVAs o correlaciones de Pearson o pruebas no paramétricas como Prueba χ^2 de Pearson, Kruskal Wallis o correlaciones de Spearman, dependiendo de la distribución de las variables. Se realizarán análisis de correlación (Pearson o Spearman) para comprobar la intensidad de relación entre las variables de la percepción de control de la enfermedad, sentido de coherencia, afrontamiento, afectividad y las variables ocupacionales; también entre las variables ocupacionales y las relaciones con el funcionamiento personal y social y la calidad de vida. Se examinarán los predictores del funcionamiento personal y social y de la calidad de vida a través de distintos tipos de análisis de regresión (lineales/no lineales en función del tipo de relación entre la variable dependiente y las variables independientes, o simple/múltiple).

Y finalmente se aplicarán Modelos de Ecuaciones Estructurales, en concreto “path-analysis” o análisis de senderos a fin de estudiar los efectos de unas variables consideradas como causas (variables independientes, exógenas o explicativas: percepción de la enfermedad, atribuciones, percepción de control, sentido de coherencia, afectividad, estilos de afrontamiento, compromiso, hábitos saludables y ocupación) sobre otras tomadas como efectos (variable dependiente, endógena o explicada: funcionamiento social y personal y calidad de vida). Se analizarán los efectos directos, indirectos y espúreos, que se representarán empleando diagramas de rutas. Se examinará tanto el modelo teórico propuesto (ver Figura 1) como los posibles modelos alternativos.

2.5. Objetivos:

Objetivo general: Estudiar la influencia de la ocupación en el funcionamiento personal y social así como en la calidad de vida en las personas diagnosticadas de trastorno mental grave.

Objetivo específico 1: Analizar la relación entre las variables ocupacionales y las variables relacionadas con la percepción de la enfermedad y percepción de control, atribuciones, sentido de coherencia, afectividad, afrontamiento, compromiso y hábitos saludables.

Objetivo específico 2: Comprobar si las variables ocupacionales dependen de otras variables personales y de enfermedad.

Objetivo específico 3: Examinar un modelo de relaciones entre variables planteado en base a los resultados obtenidos en estudios previos sobre factores que determinan el desempeño ocupacional y su relación con el funcionamiento personal/social y la CVRS. Es decir, verificar las relaciones directas e indirectas de las distintas variables independientes o endógenas y las variables dependientes o exógenas propuestas en el modelo teórico (ver Figura 1).

Objetivo específico 4: Constatar cómo afectan las percepciones familiares de la enfermedad en las distintas variables examinadas en la persona con TGM.

2.6. Hipótesis

De estos objetivos de estudio se derivan las siguientes hipótesis deductivas de investigación:

- A una percepción de competencia personal y desempeño ocupacional más positiva (mayor control interno), a un mayor rango de actividades significativas, importantes y satisfactorias y a un menor impacto ambiental percibido (valores e intereses), mejor funcionamiento personal y social y por tanto, mayor calidad de vida.
- Cuanto más adecuadas sean las representaciones cognitivas (baja puntuación en identidad, gravedad de las consecuencias y cronicidad) y emocionales de la enfermedad, mayor será el control personal (más autoeficacia) de la enfermedad y más se atribuirá la enfermedad a causas externas, estables y controlables, más se confiará en un desempeño ocupacional exitoso.
- Los estados afectivos (positivos/negativos) mediarán entre el sentido de competencia (éxito/fracaso) y los estilos de afrontamiento ante la enfermedad, la implicación del paciente en su recuperación y calidad de vida, y en particular los hábitos de salud como la adherencia al tratamiento. A su vez a un mayor compromiso, se adoptarán más estilos de afrontamientos funcionales y mayor adherencia al tratamiento.
- Las representaciones sociales y emocionales también se asociarán de forma directa con los estilos de afrontamiento y el compromiso o implicación. Este último también se relaciona directamente con la percepción de control personal de la enfermedad. Los estilos de afrontamiento, el compromiso y la adherencia al tratamiento influirán en el desempeño, competencia, uso del tiempo, rango de actividades significativas, importantes y satisfactorias.
- Las variables familiares afectarán al desempeño, competencia, uso del tiempo, mayor rango de actividades significativas, importantes y satisfactorias, y en consecuencia a un mejor funcionamiento social y personal y a una mayor calidad de vida.

REFERENCIAS

- [1] Fleming, M.P., Martin, C.R, Miles, J., y Atkinson, J. (2009). The utility of the Illness Perception Questionnaire in the evaluation of mental health practitioners' perspectives on patients with schizophrenia. *Journal of Evaluation in Clinical Practice* 15(5), pp.826-831.

- [2] Baines, T. (2011). An exploration of illness perceptions in mental health utilising the revised illness perceptions questionnaire. Tesis doctoral. University of Manchester.
- [3] Instituto de Mayores y Servicios Sociales. (IMSERSO, 2007). Modelo de atención a las personas con enfermedad mental grave. Madrid: Colección Documentos Serie Documentos Técnicos N.º 21005.
- [4] Sánchez, O. (2012). Planes estratégicos de actuación. En O. Sánchez, B. Polonio & M. Pellegrini (Eds.), *Terapia Ocupacional en Salud Mental. Teoría y técnicas para la autonomía personal*, pp. 41-52. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- [5] Farkas, M. (2007). The vision of recovery today: what it is and what it means for services. *World Psychiatry* 6(2), pp. 68-74. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18235855>
- [6] McEvoy, JP. (2008). Functional outcomes in schizophrenia. *J Clin Psychiatry* 69(3), pp. 20-24. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18533758>
- [7] Liberman, R., y Kopelowicz, A. (2005). Recovery from schizophrenia: A concept in search of research. *Psychiatr Serv* 56(6), pp. 735-742.
- [8] Le Boutillier, C., Leamy, M., Bird, V.J., Davidson, L., Williams, J., y Slade, M. (2011). What does recovery mean in practice? A qualitative analysis of international recovery-oriented practice guidance. *Psychiatr Serv* 62(12), pp. 1470-1476.
- [9] Leamy, M., Bird, V., Le Boutillier, C., Williams, J., y Slade, M. (2011). Conceptual framework for personal recovery in mental health: systematic review and narrative synthesis. *Br J Psychiatry* 199(6), pp. 445-452.
- [10] Shumaker, S.A Naughton, M.J., Anderson R.T., y Czajkowski, S.M. (1996). Psychological Aspects of Health-Related Quality of Life Measurement: Tests and Scales. En Spilker, B. *Quality of Life and Pharmacoeconomics in Clinical Trials*, pp. 117- 131. New York: Lippincott-Raven.
- [11] Navarro, D., García Heras, S., Carrasco O. y Casas, A. (2008). Calidad de vida, apoyo social y deterioro en una muestra de personas con trastorno mental grave. *Intervención Psicosocial* 17(3), pp. 321-336.
- [12] Vinaccia, S., Fernández, H., Quiceno, J.M, López, M. y Otalvaro, C. (2008). Calidad de Vida Relacionada con la Salud y Apoyo Social Funcional en Pacientes Diagnosticados con VIH/Sida. *Terapia Psicológica* 26(1), pp. 125-132.
- [13] Ivansson, A.B., Carlsson, M., y Sidenvall, B. (2004). Performance of occupations in daily life among individuals with severe mental disorders. *Occupational Therapy in Mental Health* 20(2), pp. 33-50.
- [14] Prusti, S., y Brånholm, I. (2000). Occupational roles and life satisfaction in psychiatric outpatients with vocational disabilities. *Work* 14(2), pp. 145-149.
- [15] Eklund M, Hansson L, Ahlqvist C. (2004). The importance of work as compared to other forms of daily occupations for wellbeing and functioning among persons with long-term mental illness. *Community Ment Health J.* 40(5), pp. 465-77.
- [16] Hatfield, A., y Lefley, P. (1993). *Surviving mental illness: Stress, coping and adaptation*. New York: Guilford Press.

- [17] Eklund, M., y Backstrom, M. (2005). A model of subjective quality of life for outpatients with schizophrenia and other psychoses. *Quality of Life Research* 14(4), pp. 1157–1168.
- [18] Persson, D., Erlandsson, L.K., Eklund, M., y Iwarsson, S. (2001). Value dimensions, meaning, and complexity in human occupation - A tentative structure for analysis. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 8(1), 7-18.
- [19] Leufstadius, C., y Eklund, M. (2008). Time use among individuals with persistent mental illness: Identifying risk factors for imbalance in daily activities. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy* 15(1), pp. 23-33.
- [20] Eklund M, Hansson L, Bejerholm U. (2000). Relationship between satisfaction with occupational factors and health-related variables in schizophrenia outpatients. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 36(2), pp. 79-85.
- [21] Goldberg, B., Britnell, E. S., y Goldberg, J. (2002). The relationship between engagement in meaningful activities and quality of life in persons disabled by mental illness. *Occupational Therapy in Mental Health* 18(2), pp. 17-44.
- [22] Sells, D., Stayner, D., y Davidson, L. (2004). Recovering the self in schizophrenia: An integrative review of qualitative studies. *Psychiatric Quarterly* 75(1), pp. 87–97.
- [23] Lazarus, R.S., DeLongis, A., Folkman, S., y Gruen, R. (1985). Stress and adaptational outcomes: The problem of confounded measures. *American Psychologist* 40(7), pp. 770-779.
- [24] Williams, K., y Steer, H. (2011). Illness Perceptions: Are Beliefs About Mental Health Problems Associated with Self-Perceptions of Engagement in People with Psychosis?. *Behavioural and Cognitive Psychotherapy* 39(02), pp. 151–163.
- [25] Hall, M., Meaden, A., Smith, J., y Jones, C. (2001). The development of psychometric properties of an observer rated measure of engagement with mental health services. *Journal of Mental Health* 10(4), pp. 457–465.
- [26] Plutchik, R. (1980). *Emotion: a psychoevolutionary synthesis*. New York: Harper and Row.
- [27] Piqueras, J.A., Ramos, V., Martínez, A.E., y Oblitas, L.A. (2009). Emociones negativas y su impacto en la salud mental y física. *Suma Psicológica* 16(2), pp. 85-112.
- [28] Watson, D., Clark, L.A., y Tellegen, A. (1988). Development and Validation of Brief Measures of Positive and Negative Affect: The PANAS Scales. *Journal of Personality and Social Psychology* 54(6), pp. 1063-1070.
- [29] Watson, D. (1988). Intraindividual and interindividual analyses of Positive and Negative Affect: Their relation to health complaints, perceived stress, and daily activities. *Journal of Personality and Social Psychology* 54(6), pp. 1020-1030.
- [30] Kanner, A.D., Coyne, J.C., Schaefer, C., y Lazarus, R.S. (1981). Comparison of two modes of stress measurement: Daily hassles and uplifts versus major life events. *Journal of Behavioral Medicine* 4(1), pp. 1-39.
- [31] Beiser, M. (1974). Components and correlates of mental well-being. *Journal of Health and Social Behavior* 15(4), pp. 320-327.
- [32] Warr, P., Barter, J., y Brownbridge, G. (1983). On the independence of positive and negative affect. *Journal of Personality and Social Psychology* 44(3), pp. 644–651.

- [33] Horan, W.P., Blanchard, J.J., Clark, L.A., y Green, M.F. (2008). Affective traits in schizophrenia and schizotypy. *Schizophr. Bull* 34(5), pp. 856–874.
- [34] Blanchard, J.J., Mueser, K.T., y Bellack, A.S. (1998). Anhedonia, Positive and Negative Affect, and Social Functioning in Schizophrenia. *Schizophrenia Bulletin* 24(3), pp. 413-424.
- [35] Vindel, A.C., y Tobal, J.J.M. (2001). Emociones y salud. *Ansiedad y Estrés* 7(2), pp. 111-121.
- [36] Antonovsky, A. (1992). Can attitudes contribute to health? *Advances. The Journal of Mind-Body Health* 8(4), pp. 33–49.
- [37] Antonovsky, A. (1994). The sense of coherence: an historical and future perspective. In I. McCubbin, A. Thompson, I. Thompson y E. Fromer (Eds.), *Sense of Coherence and Resiliency: Stress, Coping and Health*, pp. 3-20. Wisconsin: University of Wisconsin.
- [38] Junshehg, L., Ying, Z., Leiping, B., y Biao, S. (2006). The relationship between sense of coherence and coping style among adolescent. *Psychological Science* 29(5), pp.1107-1110.
- [39] Beléndez, M., Bermejo, R.M., y García, D. (2005). Estructura factorial de la versión española del Revised Illness Perception Questionnaire en una muestra de hipertensos. *Psicothema* 17(2), pp. 318-324.
- [40] Holliday J, Wall E, Treasure J, Weinman J. (2005). Perceptions of illness in individuals with anorexia nervosa: a comparison with lay men and women. *International Journal Eat Disorder* 37(1), pp. 50-56.
- [41] Broadbent E, Kydd R, Sanders D, Vanderpyl J. (2008). Unmet needs and treatment seeking in high users of mental health services: role of illness perceptions. *Australian New Zealand Journal of Psychiatry* 42(2), pp. 147-153.
- [42] Quiles Y, Terol MC, Romero C, Pagán G. (2007). Illness perception in eating disorders and psychosocial adaptation. *European Eating Disorders Review* 15(5), pp. 373-384.
- [43] Fowler, C., y Baas, L.S. (2006). Illness representations in patients with chronic kidney disease on maintenance hemodialysis. *Nephrology Nursing Journal* 33(2), pp. 173-187.
- [44] Groarke, A., Curtis, R., Coughlan, R., y Gsel, A. (2004). The role of perceived and actual disease status in adjustment to rheumatoid arthritis. *Rheumatology* 43(9), pp. 1142-1149.
- [45] Petrie, K.J., y Weinman, J. (2006). Why illness perceptions matter. *Clin Med* 6(6), pp. 536–539.
- [46] Giri, P., Poole, J., Nightingale, P., y Robertson, A. (2009). Perceptions of illness and their impact on sickness absence. *Occupational Medicine* 59(8), pp. 550–555.
- [47] Sluiter, J.K., y Frings-Dresen, M.H. (2008). Quality of life and illness perception in working and sick-listed chronic RSI patients. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 81(4), pp. 495-501.
- [48] Hobfoll, S.E. (2002). Social and psychological resources and adaptation. *Review of General Psychology* 6(4), pp. 307–324.

- [49] Amirkhan, J., y Greaves, H. (2003). Sense of coherence and stress: the mechanics of a healthy disposition, *Psychology and Health* 18(1), pp. 31–62.
- [50] Husain, M.O., Dearman, S.P., Chaudhry, I.B., Rizvi, N., y Waheed, W. (2008). The relationship between anxiety, depression and illness perception in tuberculosis patients in Pakistan. *Clinical Practice and Epidemiology in Mental Health* 4(1), pp. 1-5.
- [51] Stockford, K., Turner, H., & Cooper, M. (2007). Illness perception and its relationship to readiness to change in the eating disorders: a preliminary investigation. *British Journal Clinical Psychology* 46(2), pp. 139-154.
- [52] Lazarus, R.S., y Folkman, S. (1986). *Estrés y procesos cognitivos*. Barcelona, España: Ediciones Martínez Roca.
- [53] Moss-Morris, R., Weinman, J., Keith, J., Petrie, K., Horne, R., Cameron, LD., y Buick, D. (2002). The revised illness perception questionnaire (IPQ-R). *Psychology and Health* 17(1), pp.1–16.
- [54] Barrowclough, C., Johnston, M., y Tarrier, N. (1995). Attributions, expressed emotion, and patient relapse: An attributional model of relatives' response to schizophrenic illness. *Behavior Therapy* 25(1), pp. 67-88.
- [55] Quiles, Y., Terol, M.C., Tirado, S., y Beléndez, M. (2007). Estructura factorial de la versión española del “cuestionario de percepción de enfermedad revisado” (IPQ-R) en pacientes con un trastorno del comportamiento alimentario y sus familiares. *C. Med. Psicossom* 83, pp. 9-22.
- [56] Weisman, A.G., Nuechterlein, K.H., Goldstein, M.J., y Snyder, K.S. (1998). Expressed emotion, attributions, and schizophrenia symptoms dimensions. *Journal of Abnormal Psychology* 107(2), pp. 355–359.

OPTIMISATION OF POWER DISTRIBUTION PLANNING. A STATE OF THE ART

PALACIOS SALDAÑA, RODRIGO

*Universidad de Burgos
rpsaldana@ubu.es*

RESUMEN

Este documento recoge los diferentes planteamientos y características de los problemas de optimización del sistema de distribución de energía eléctrica (DSO), por sus siglas en inglés “Distribution System Optimization” que se puede definir como la mejor actuación para lograr una red que satisfaga la demanda del sistema, de la forma más económica, fiable, medioambientalmente menos agresiva y respetando las limitaciones operativas y geográficas. Esto no es sencillo, debido a la gran extensión del sistema de distribución de energía eléctrica, así como el hecho de que este sistema es responsable de la mayoría de las pérdidas de energía y la mayoría de las interrupciones debido a fallos.

También nos muestra la evolución que ha experimentado la modelización del problema; desde el trabajo de Knight en 1960 [1], padre del análisis de la distribución eléctrica moderna, hasta la incorporación de las técnicas de optimización más avanzadas. Destacando la inclusión de la teoría de grafos que permitió el desarrollo de modelos más reales, la estandarización de elementos, la adaptación a la legislación y el tratamiento multiobjetivo del problema.

Palabras clave: Distribución Eléctrica, Optimización, Sistemas de Distribución

ABSTRACT

This document provides different approaches and characteristics of optimization problems in energy distribution system (DSO), for its acronym in English “Distribution System Optimization” can be defined as the best performance for achieve a network that meets the demands of the system, in the most economical way, reliability, environmentally sustainable and respecting the operational and geographical constraints. This is not straight forward, because of the very large extension of the power distribution system, as well as the fact that this system is responsible for most of the electrical energy losses and most of the interruptions due to faults.

It also shows the evolution experienced modeling the problem; initiated with the work of Knight in 1960 [1], father of the modern analysis of energy distribution, until the incorporation of more advanced optimization techniques. The review will also further emphasize the inclusion of graph theory, provides more realism and consistency; the standardization of elements, the adaptation to the legislation and multi-objective approach.

Keywords: Distribution System, Optimisation, Distribution Network

1. ANTECEDENTES

En la literatura pueden encontrarse algunos autores que emplean métodos exactos, basándose generalmente en programación binaria y un conjunto de restricciones, siendo ambos elementos lineales. De manera que se reduce el elevado esfuerzo de cálculo necesario, pero este procedimiento únicamente permite llevar a cabo una aproximación a la realidad. En la actualidad son mayoritariamente empleados los métodos heurísticos y metaheurísticos ya que permiten plantear un modelo matemático más fiel a la realidad, permitiendo incorporar funciones y restricciones no lineales, redes de mayor tamaño y manteniendo tiempos de computación aceptables.

La clasificación de los diferentes modelos aplicados a este problema, es muy diferente en función de quien la realice y con qué objetivo. Son especialmente singulares las diferentes taxonomías empleadas en la literatura, que dependen fundamentalmente de las características que se seleccionen para dicho propósito.

2. PRINCIPALES TAXONOMIAS

La estructuración tabular es la taxonomía más utilizada probablemente por su sencillez para mostrar las diferencias y semejanzas entre los diferentes modelos, esta tabla contiene una columna para cada una de las características del modelo analizadas, y una fila por cada modelo. Algunos ejemplos de estas taxonomías se pueden ver en las revisiones de Jordehi [2], y Georgilakis y Hatzigiorgiou [3].

La clasificación jerárquica es bastante más compleja que la tabular, debido fundamentalmente a que el primer criterio de selección debe describir de forma explícita la estructura que relaciona a todas las aplicaciones, mientras que en la segunda clasificación esta estructura es implícita. Además la estructura jerárquica supone que no existe solapamiento entre las aplicaciones; hipótesis que por lo general no es cierta y provoca la duplicidad de estructuras secundarias, como ocurre en [4].

3. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN

En esta sección se detallan los diferentes criterios que pueden emplearse para clasificar la aplicación de métodos heurísticos y metaheurísticos al problema. Empezando por el ámbito y objetivo de aplicación, el nivel de la red analizado, la temporalidad y el periodo de planificación, el planteamiento del objetivo, y la o las funciones objetivo, las restricciones, las variables de decisión y la consideración de incertidumbre en la demanda.

3.1. Tipo de estudio

Tipo de estudio se refiere al objetivo global de aplicación que tiene el problema. Ya que podemos encontrar cuatro problemas diferentes, que como veremos más adelante tienen múltiples semejanzas en el modelado y resolución del problema.

Planeamiento de nueva red de distribución: Busca optimizar el desarrollo de una nueva red de distribución eléctrica partiendo de las demandas previstas; suele ser aplicable en nuevos emplazamientos urbanos, generalmente polígonos industriales o barrios residenciales de nueva construcción, y ocasionalmente en la planificación de nuevas ciudades.

Planeamiento y expansión de la red de distribución existente: Busca optimizar la expansión de la red de distribución eléctrica atendiendo al crecimiento de

demanda así como al crecimiento de la red. Es la más aplicada al permitir optimizar las costosas nuevas instalaciones de elementos de la red.

Selección y/o ubicación de elementos de protección: Busca optimizar la ubicación y tamaño de los elementos de protección en la red, aplicada generalmente en redes existentes, para mejorar su operatividad y aprovechar el mallado de la red para surtirla de líneas auxiliares.

Inclusión de la generación distribuida: Busca optimizar la inclusión de las plantas de generación distribuida en la red de distribución eléctrica. Dentro de este grupo existen diferentes enfoques que abarcan desde la localización y tamaño de estas plantas de acuerdo a la red de distribución en la que se implementan; que dimensionan la red de acuerdo al potencial de generación o que tratan ambos objetivos simultáneamente. En [5] se puede encontrar una revisión interesante.

Hay que destacar que de estos cuatro tipos de proyectos, los tres primeros llevan siendo estudiados desde el inicio de la investigación operativa en este campo, como se puede ver en [6]. Siendo la generación distribuida un enfoque que va cobrando fuerza, de acuerdo a las reformas legislativas respecto a ella y su implementación en cada país.

3.2. Nivel de distribución

El nivel de distribución estudiado implica el tipo de red analizada, su tensión y su topología. Abarca tres posibilidades:

Nivel Primario: en el que trata principalmente la red de reparto en alta tensión y media tensión, siendo esta una red mallada intensamente aunque de operación radial e interconectando subestaciones de transformación y subestaciones de transformación y reparto.

Nivel Secundario: en el que trata principalmente la red de distribución en media y baja tensión, siendo esta en su mayoría radial e interconectando subestaciones de transformación y reparto con centros de transformación.

Simultaneo: en el que se trata la red completa abarcando los dos niveles anteriormente descritos y generalmente asignando a toda la red una topología radial.

3.3. Temporalidad de planificación

El periodo de planificación desde el punto de vista del decisor, ya sea este una empresa o un administrador público, abarca cuatro tramos.

Rendimiento actual: También se podría considerar de año cero, muy aplicado para la ubicación de elementos de protección y seguridad, pero más limitado para el resto de análisis al únicamente trabajar con costes operacionales.

Expansión a Corto Plazo: Se consideran proyectos a corto plazo los que abarcan un horizonte temporal de entre uno y cuatro años; más extendidos en el nivel de distribución secundario y existiendo planteamientos multietapa aunque en su mayoría planteados como problemas monoetapa.

Expansión a Largo Plazo: Se consideran proyectos a largo plazo los que abarcan un horizonte temporal de entre cinco y diez años; más extendidos en el nivel de distribución primario y simultaneo; existiendo planteamientos monoetapa aunque en su mayoría planteados como problemas multietapa.

Expansión a muy Largo Plazo: Se consideran proyectos a muy largo plazo los que abarcan un horizonte temporal de más de diez años; no muy extendido por los altos niveles de incertidumbre que implica desde el aspecto técnico de evolución de equipos y producción, a la estimación de la evaluación de la demanda. Además estos análisis tienden a estar más próximos a lo estratégico que a lo operativo.

3.4. Periodo de planificación

Es el periodo u horizonte de planificación que se quiere optimizar y define la forma en la que se trata este periodo. Esto nos puede ofrecer un modelo estático o un modelo dinámico en función de la temporalidad de los datos.

Modelo estático o monoetapa: se considera una única etapa de planificación, la demanda de energía eléctrica por parte de los usuarios se considera un valor fijo, y se asume que todas las inversiones se realizan en el mismo instante de tiempo. Es el modelo tradicional de análisis, aunque en la actualidad va perdiendo fuerza frente a los enfoques multietapa.

Modelo dinámico o multietapa: se consideran varias etapas de planificación, generalmente anuales. Es más complejo que los problemas monoetapa debido al crecimiento incierto de la demanda lo que obliga al desarrollo de modelos de carga que permitan su estimación.

Dentro de los modelos multietapa se pueden considerar dos tipos, *Modelo multietapa - Etapa por etapa* que optimiza cada etapa de forma independiente, en este caso la red óptima del primer periodo es la base para la red óptima del segundo periodo; y así sucesivamente. Este procedimiento ofrece resultados óptimos para cada periodo de análisis o inversión; pero no siempre un óptimo global para el total del periodo de planificación. El *Modelo multietapa - Simultaneo* que optimiza el periodo completo de planificación, estructurando las inversiones en las múltiples etapas definidas. Con el objetivo de asegurar un óptimo para la totalidad del tiempo de planificación, a costa de no asegurar el óptimo en cada etapa.

3.5. Funciones objetivo y planteamiento del objetivo

Las principales funciones objetivo incluidas en las decisiones sobre planificación de la red de distribución eléctrica son referentes a costes y pérdidas. Dentro de las funciones objetivo de costes se pueden encontrar varios tipos, funciones que únicamente engloban los costes de inversión en nuevas instalaciones o los costes variables de operación y mantenimiento de la red; funciones objetivo que trabajan con todos los costes de la red y funciones objetivo que además de englobar los costes totales de la red, incluyen la regulación de esta en la función. Esto provoca en cuando se trata de países donde la actividad de distribución esta liberalizada esta función se convierta en un objetivo a maximizar, si hablamos de la retribución; en lugar de minimizar los costes. En los referente a las pérdidas, las dos funciones objetivo más presentes en la literatura son las pérdidas asociadas a fallos en los equipos o cortes en las líneas, también conocidas como Energía Esperada No Suministrada (EENS); y que busca maximizar la fiabilidad de la red. Y las pérdidas técnicas de las líneas, debidas al efecto Joule. En este punto es importante destacar, que aunque las pérdidas producidas en un conductor no son únicamente las que produce el efecto Joule, sí que son estas las mayores y por tanto es típico aplicar una relajación al problema obviado otras pérdidas, para

favorecer la velocidad de cálculo. En menor medida aparecen otras funciones objetivo como minimización del impacto ambiental, pérdidas en transformadores, etc.

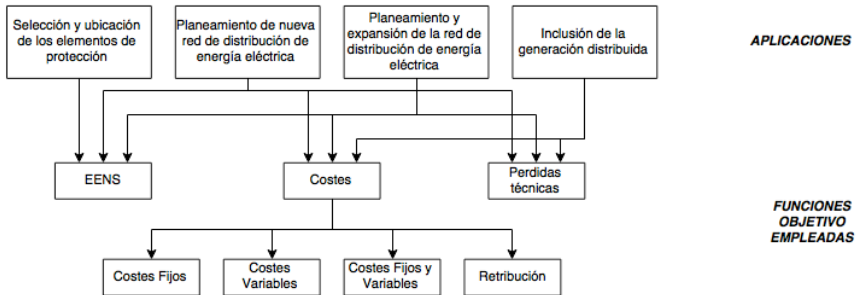


Figura 1. Funciones objetivo más usuales para cada tipo de aplicación.

En la figura 1 se puede ver como los diferentes objetivos antes mencionados son empleados en las diferentes tipos de estudios anteriormente definidos.

El planteamiento del objetivo del problema, se puede presentar como un problema de uno o varios de los objetivos mencionados en el apartado anterior. La evolución cronológica de la literatura muestra como ocurría en lo referente al modelo de planificación, los esfuerzos de los investigadores por aproximar los modelos a los casos reales.

En la primera época de estudio, la mayoría de los problemas eran mono objetivo y generalmente con una función objetivo referente a costes de inversión. Una expresión general puede ser la expresión (1). Donde se contabiliza la inversión en nuevas subestaciones en el primer término, y de nuevas líneas en el segundo. Posteriormente se fueron agregando otros objetivos al problema; en algunos casos agregando los costes de operación y mantenimiento, las pérdidas de energía o la energía esperada no suministrada. Pero siempre tratando estos como costes económicos y agregándolos a la función base expresión (2).

$$\sum_{k \in N_{SF}} \sum_{b \in N_b} (CF_k)_b + \sum_{(i,j) \in N_{LF}} \sum_{a \in N_a} (CF_{ij})_a \tag{1}$$

$$\sum_{k \in N_{SF}} \sum_{b \in N_b} [(CF_k)_b + (CV_k)_b] + \sum_{(i,j) \in N_{LF}} \sum_{a \in N_a} [(CF_{ij})_a + (CV_{ij})_a] + \sum_{k \in N_{SF}} CEENS_k + \sum_{(i,j) \in N_{LF}} CPT_{i,j} \tag{2}$$

dónde:

$(CF_k)_b$ y $(CF_{ij})_a$ = Coste fijo o de inversión; de la subestación que se construye en el nodo k de tamaño b . Y de la línea que se construye en la ruta i,j de tamaño a , respectivamente

$(C_{vk})_b$ y $(CV_{ij})_a$ = Coste variable o de operación y mantenimiento; de la subestación que se construye en el nodo k de tamaño b . Y de la línea que se construye en la ruta i,j de tamaño a .

$CEENS_k$ = Coste asociado a la Energía Esperada No Suministrada, en el nodo k .

$CPT_{i,j}$ = Coste asociado a las pérdidas técnicas ocasionadas por el transporte de energía eléctrica, en la ruta i,j .

El avance de los métodos matemáticos, trajo consigo la posibilidad de acercar estos modelos a la realidad incorporando el enfoque multiobjetivo. De forma que ya no hacia falta convertir los objetivos en objetivos económicos para su análisis. Esto ha permitido que los objetivos técnicos del sistema ya no esten supeditados al coste de la energía establecido en el modelo, lo que provocaba una gran influencia de este valor sobre los resultados.

Dando lugar a un planteamiento multiobjetivo conceptualmente similar al siguiente. Una función de costes y una función de confiabilidad o de pérdidas. La función de costes generalmente incluye, los costes de operación y mantenimiento de las líneas (3) y de las subestaciones (4) existentes; y los costes de inversión y de operación y mantenimiento de las futuras líneas (5) y subestaciones (6).

$$\sum_{(i,j) \in N_{LE}} (CV_{ij})_E [(X_{ij})_E^2 + (X_{ji})_E^2] \quad (3)$$

$$\sum_{k \in N_{SE}} (CV_k)_E (X_k)_E^2 \quad (4)$$

$$\sum_{(i,j) \in N_{LF}} \sum_{a \in N_a} (CF_{ij})_a + (CV_{ij})_a [(X_{ij})_a^2 + (X_{ji})_a^2] \quad (5)$$

$$\sum_{k \in N_{SF}} \sum_{b \in N_b} (CF_k)_b + (CV_k)_b (X_k)_b^2 \quad (6)$$

dónde:

$(CV_k)_E$ y $(CV_{ij})_E$ = Coste variable o de operación y mantenimiento; de la subestación existente en el nodo k . Y de la línea existente en la ruta i,j .

$(X_{ij})_E$ y $(X_{ji})_E$ = Potencia aparente en kVA, transportada por la línea i,j asociado a una línea existente en la red inicial.

$(X_{ij})_a$ y $(X_{ji})_a$ = Potencia aparente en kVA, transportada por la línea i,j asociado a una línea futura del tipo a .

$(X_k)_E$ y $(X_k)_b$ = Potencia aparente en kVA, suministrada por el nodo k ; asociado a una subestación existente en la red inicial. Y a una subestación futura del tipo b .

La función de fiabilidad o confiabilidad de la red, suele partir de la definición de indisponibilidad de la red, asociada al tiempo de reparación de la línea, y al tiempo de restauración del servicio establecida por Billinton y Wang en 1998 [7]. Esta define la indisponibilidad como la expresión (7) y la EENS por la indisponibilidad como (8) para líneas existentes y (9) para líneas futuras.

$$\sum_{(i,j)} (\lambda_{ij})(r_{ij})(l_{ij}) \tag{7}$$

$$\sum_{(i,j) \in N_{LE}} (\lambda_{ij})_E (r_{ij})_E (l_{ij})_E [(\bar{P}_{i,j})_E + (\bar{P}_{j,i})_E] \tag{8}$$

$$\sum_{(i,j) \in N_{LF}} \sum_{a \in N_a} (\lambda_{ij})_a (r_{ij})_a (l_{ij})_a [(\bar{P}_{i,j})_a + (\bar{P}_{j,i})_a] \tag{9}$$

dónde:

λ_{ij} = Tasa de fallo por unidad de longitud de la línea asociada a la ruta i,j ya sea esta existente $(\lambda_{ij})_E$ o futura $(\lambda_{ij})_a$.

r_{ij} = Tiempo medio de parada hasta la restauración del servicio por cada fallo técnico o parada programada de la línea asociada a la ruta i,j .

L_{ij} = Longitud de la línea asociada a la ruta i,j .

$(P_{i,j})_E$ y $(P_{j,i})_E$ = Potencia activa transportada por la línea existente asociada a la ruta i,j .

$(P_{i,j})_a$ y $(P_{j,i})_a$ = Potencia activa transportada por la línea futura asociada a la ruta i,j tipo a .

La función objetivo de perdidas representa la energía perdida por el Efecto Joule en los conductores, se estima de acuerdo las perdidas asociadas a líneas de corriente trifásica, teniendo en cuenta la intensidad de la corriente que transita por el conductor, la longitud y características técnicas del conductor, y la temperatura de trabajo. De esta forma nos quedan las siguientes expresiones para la líneas existentes (10) y para líneas futuras (11).

$$\sum_{(i,j) \in N_{LE}} 3(I_{i,j})_E^2 (l_{i,j})_E \left[\frac{(\rho_{i,j})_E (1 + (\alpha_{i,j})_E (T_{i,j} - 20))}{S} \right] t \tag{10}$$

$$\sum_{(i,j) \in N_{LF}} 3(I_{i,j})_L^2 (l_{i,j})_L \left[\frac{(\rho_{i,j})_L (1 + (\alpha_{i,j})_L (T_{i,j} - 20))}{S} \right] t \tag{11}$$

dónde:

$(L_{i,j})_E$ y $(L_{i,j})_L$ = Longitud en Km, de una línea existente y de una línea de tamaño L , en la ruta i,j .

$(I_{i,j})_E$ y $(I_{i,j})_L$ = Intensidad en Amperios, de una línea existente y de una línea de tamaño L , en la ruta i,j .

$(\rho_{i,j})_E$ y $(\rho_{i,j})_L$ = Resistividad en $\Omega\text{mm}^2/\text{km}$, de una línea existente y de una línea de tamaño L en la ruta i,j .

$(\alpha_{i,j})_E$ y $(\alpha_{i,j})_L$ = Coeficiente de corrección de Resistividad, de una línea existente y de una línea de tamaño L en la ruta i,j .

$T_{i,j}$ = Temperatura en grados Celsius, en la ruta i,j .

t = Tiempo de operación de la línea

3.6. Restricciones

Las funciones objetivo del modelo de diseño óptimo de redes de distribución están sujetas a restricciones matemáticas de tipo técnico, entre las que se encuentran la primera ley de Kirchhoff, la capacidad máxima de los distintos elementos de la red, las caídas máximas de tensión permitidas y la radialidad de la red

La primera ley de Kirchhoff: El modelo incorpora la primera ley de Kirchhoff aplicada a cada nodo del sistema. De manera que asegure el equilibrio entre la potencia demandada por los consumidores y la suministrada por las por la red. Viene dada por la expresión (12).

$$D_k - (X_k) - \sum_{b \in N_b} (X_k)_b = \sum_{i \in N_{kE}} [(X_{ik})_E - (X_{ki})_E] + \sum_{i \in N_{kP}} \sum_{a \in N_a} [(X_{ik})_a - (X_{ki})_a] \quad (12)$$

Restricciones de capacidad: Las capacidades máximas de las líneas y las subestaciones se consideran conocidas en el proceso de optimización. Las restricciones relativas a los límites de capacidad de transporte de potencias para las subestaciones (13) y para las líneas (14).

$$0 \leq (X_k) \leq U_{max}; \forall (k) \in N_S; \forall a \in N_a \quad (13)$$

$$0 \leq (X_{ij}) \leq U_{max}; \forall (i, j) \in N_L; \forall b \in N_b \quad (14)$$

Caída máxima de tensión: Las restricciones de máximas caídas de tensión admisibles limitan los valores de la tensión en los centros de demanda a valores superiores a los límites de tensión aceptables para el suministro de energía eléctrica en dichos centros. Lo cual contribuye positivamente a la calidad en el suministro de energía a los consumidores, intentando que los correspondientes valores de las tensiones no se encuentren excesivamente alejados del valor de la tensión nominal. Estas restricciones eliminarán algunas posibles soluciones que, inicialmente, serían soluciones factibles del problema de optimización en estudio, pero que se desecharán al presentar unas tensiones inferiores a las permitidas en algunos de los centros de demanda. Una vez que se han calculado las tensiones en los nudos del sistema de distribución, las restricciones de máximas caídas de tensión permisibles se pueden plantear matemáticamente por medio de la siguiente expresión (15).

$$V_k \geq V_{nom} \left[1 - \frac{\% \Delta V_{nom}}{100} \right]; \forall k \quad (15)$$

Restricción de radialidad: Las redes de distribución presentan diversas topologías siendo las del tipo radial las más frecuentes para la operación de la red. El modelo planteado en este trabajo busca la selección de topologías radiales, donde un nudo o consumidor no puede estar conectado a dos o más subestaciones ni que existan caminos en la topología que permitan la formación de mallas o lazos. Empleando una formulación entera-mixta la restricción de radialidad corresponde a la siguiente expresión (16).

$$\sum_{(i,j) \in N_{LE}} z_{ij} + \sum_{(i,j) \in N_{LF}} z_{ij} + \sum_{(i,j) \in N_{LP}} \sum_{a \in N_a} (Y_{ij})_a \leq (nt) - \left[N_{SE} + N_{SF} + \sum_{(k) \in N_{Sp}} \sum_{b \in N_b} (Y_k)_b \right] \quad (16)$$

3.7. Variables de decisión

Las variables de decisión empleadas no han sufrido grandes modificaciones con el paso del tiempo, siendo la ubicación y el tamaño de las líneas y las subestaciones, las cuatro variables más recurrentes. Cabe destacar que de acuerdo a la evolución de los diferentes métodos matemáticos empleados, en las primeras investigaciones se trabajaba con estas variables de forma independiente, aplicando un análisis independiente para cada una de ellas; para posteriormente tratarlas conjuntamente. Hoy en día son pocas las publicaciones que no engloban estas cuatro variables de decisión e incorporan las interrelaciones entre ellas.

Los estudios que buscan la selección y/o ubicación de elementos de protección, se podrían considerar dentro de esas excepciones utilizando generalmente el tipo, la ubicación y el tamaño de los elementos de protección como variables de decisión. Incorporando en algunos casos, la posibilidad de añadir líneas.

Las investigaciones referentes a la inclusión de la generación distribuida disponen de dos formas de trabajo. Incorporando la localización de los centros de producción como una variable de decisión o disponiendo estos de una posición prefijada, y considerando su conexión a la red.

4. CONCLUSIONES Y LINEAS FUTURAS

Las conclusiones y reflexiones que se pueden extraer de esta revisión son, desde un punto de vista cuantitativo, la evolución del número de publicaciones de alto impacto durante las últimas décadas, especialmente en los últimos cinco años, como se puede apreciar en la figura 2 que recoge 350 publicaciones dedicadas a la optimización de la red de distribución eléctrica.

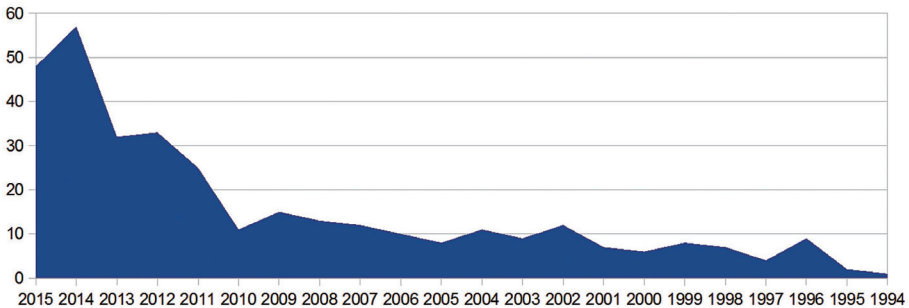


Figura 2. Número de publicaciones anuales, listado no exhaustivo.

Y desde un punto de vista cualitativo, son destacables los avances que han permitido modelizar el problema de una manera más realista, fundamentalmente la

posibilidad de desarrollar un análisis multiobjetivo, sin la necesidad de agregar las pérdidas de energía o de fiabilidad como un factor económico.

Como tendencias destaca la inclusión de la generación distribuida, pero no de una forma homogénea. Esta tendencia se ve especialmente en autores que residen en países donde las políticas gubernamentales abogan por este tipo de generación; estando muy limitada en países como España donde esta posibilidad se vislumbra muy alejada de tener aplicabilidad en el sector eléctrico actual.

REFERENCIAS

- [1] Knight, U.G.W. (1960). The logical design of electrical networks using linear programming methods. *IEE-Part A: Power Engineering* 107(33), pp. 306-314.
- [2] Jordehi, A.R. (2015). Optimisation of electric distribution systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 51, pp. 1088-1100.
- [3] Georgilakis, P.S. Hatziaegyriou, N.D. (2015). A review of power distribution planning in the modern power systems era: Models, methods and future research. *Electric Pow Sys Res* 121, pp, 89-100.
- [4] Ganguly, S. Sahoo, N.C. Das, D. (2013). Recent advances on power distribution system planning: A state-of-the-art survey. *Energy Systems* 4(2), pp. 165-193.
- [5] Viral, R. and Khatod, D.K. (2012). Optimal planning of distributed generation systems in distribution system: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16(7), pp. 5146-5165.
- [6] Peco Gonzalez, J.P. (2001). Modelo de cobertura geográfica de una red de distribución de energía eléctrica. Tesis Doctoral. Universidad Pontificia de Comillas.
- [7] Billinton, R. Wang, P. (1998). Distribution system reliability cost/worth analysis using analytical and sequential simulation techniques. *Power Systems* 13(4), pp. 1245-1250.

EL USUARIO DE LA BANCA POR MÓVIL Y SU COMPORTAMIENTO MULTICANAL

JANA PRODANOVA, SONIA SAN-MARTÍN, NADIA JIMÉNEZ

Universidad de Burgos

RESUMEN

La adopción de estrategias multicanal en la última década ha aumentado su frecuencia, especialmente en la oferta de servicios de alta implicación, como es el sector bancario, dando vía para que los clientes tengan acceso a multitud de servicios. Un factor que ha posibilitado este hecho es la adopción de las nuevas tecnologías, facilitando así la personalización de la oferta de servicios bancarios a sus clientes, en cada uno de los canales en los que comercializan sus servicios: oficina, cajeros automáticos, banca por Internet o banca por móvil. En este estudio se expone una descripción del usuario español y su comportamiento en diferentes canales de banca, en base a información recogida por 2008 usuarios de banca por móvil, haciendo especial énfasis en un canal reciente como es el canal móvil, y ofreciendo recomendaciones para los profesionales y académicos del sector.

Palabras clave: características del consumidor, banca, multicanal, España.

ABSTRACT

The multichannel strategy adoption in the last decade has increased its frequency, especially in the high-involvement services supply, such in the banking sector, providing different possibilities for clients in sense of an easier access to a variety of services. One aspect that potentiated this issue was the new technologies adoption, making available for banking customers the services offer customization in each channel in which banks operate: offices, ATMs, Internet banking and mobile banking. In this study it is presented a description of the Spanish bank clients and their behavior in different banking channels, based on information collected from 2008 mobile banking clients. A highlight on the mobile banking channel is made, and professional and managerial recommendations are provided.

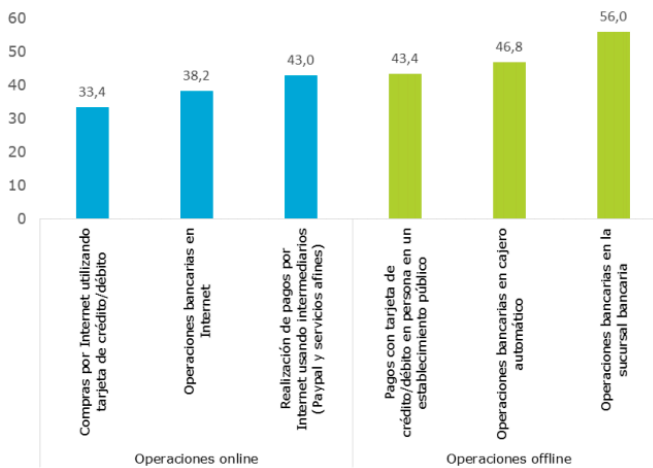
Keywords: customer characteristics, banking, multichannel, Spain.

1. INTRODUCCIÓN

Las nuevas tecnologías han propiciado importantes cambios en la relación entre las compañías y sus clientes, a través de los diferentes canales en los que se pueden comercializar los productos y los servicios en la actualidad (i.e. oficina, web o aplicación móvil) y ofreciendo una posibilidad de mayor interacción entre los mismos. En los últimos años, el comercio electrónico en general está representado por el comercio móvil, el comercio social y la fusión de diferentes canales como móvil, online y offline [1].

Los datos [2] muestran que el 40% de la población mundial y el 75% de la europea, está utilizando Internet. La tasa mundial de penetración del teléfono móvil se ha duplicado en los últimos 3 años, siendo la penetración más activa en Europa (64%). En España el 73,1% utiliza Internet, 60,7% realizan sus compras online y la penetración del teléfono móvil se fija en 87,7% de la población [1]. Concretamente, el sector bancario es un buen ejemplo de esa combinación de canales, el cual durante los últimos años ha cambiado su forma de prestar sus servicios de la oficina a la implementación de los cajeros automáticos, teléfono e Internet para los servicios bancarios tradicionales, y el último canal introducido es la banca por móvil. Es destacable el hecho de que la banca electrónica sea utilizada por el 35% de los españoles, accediendo a ella principalmente desde los teléfonos móviles [1]. En este sentido, la tendencia de los datos descriptivos permite observar indicios del crecimiento del sector de la banca multicanal.

El aumento en la frecuencia del uso de los diferentes canales de banca está relacionado con el nivel de confianza que los usuarios tienen a la hora de contratar servicios bancarios. Así pues, a continuación presentamos la Figura 1 que, compara la confianza de los consumidores en el canal electrónico y el canal físico de banca. Como podemos observar, la confianza es relativamente más alta en el canal offline que en el canal electrónico. Especialmente en el caso de los servicios que implican operaciones bancarias.



Fuente: [1]

Figura 1. La confianza de los usuarios españoles de banca.

En la medida de nuestro conocimiento y más concretamente en España, no hay muchos estudios que exploren la banca por móvil como parte de un entorno multicanal y se ha puesto aún menos atención en la descripción de los usuarios de la banca por móvil. Por tanto, el objetivo de este estudio es caracterizar el cliente español de la banca por móvil, describiendo sus prácticas, preferencias y opiniones en los diferentes canales de banca. Con esta finalidad, se ha utilizado una base de datos de 2008 usuarios de los bancos españoles. Es por ello que este trabajo contribuye tanto a la literatura, como a práctica en las empresas, al ofrecer una descripción cuantitativa

a los bancos que ya han iniciado la comercialización de sus servicios a través de la banca por móvil y a las entidades financieras que pretenden implementar el comercio móvil en el futuro.

2. DESCRIPCIÓN DE LA BANCA POR MÓVIL Y EL CLIENTE MULTICANAL

Conforme con el desarrollo tecnológico, la literatura ha mostrado un creciente interés en el estudio de la adopción de las nuevas tecnologías en las actividades multicanal. Hoy en día, aunque todavía hay empresas que actúan a través de un único canal, el número de empresas que comercializan sus productos de forma multicanal está en constante aumento. El objetivo de un proveedor de servicios multicanal es la distribución de los recursos a través de una mezcla de canales, con el fin de satisfacer a sus clientes y maximizar las ganancias [3]. En el caso del sector bancario, la investigación multicanal comenzó con la aplicación de los cajeros automáticos [4], luego el estudio de la banca online [5], y últimamente destacando las ventajas de la banca por móvil, como la ubicuidad, localización, acceso de libre ubicación o conectividad instantánea, lo que da la posibilidad al cliente de interactuar con el banco a través de un dispositivo portátil [6]. Según están mejorando las nuevas tecnologías, los consumidores tienen la posibilidad de actuar a través de diferentes canales, disponiendo de una variedad de medios, utilizando los mismos servicios sin limitaciones de tiempo o lugar. Tanto los clientes, como las empresas pueden beneficiarse de la estrategia multicanal, dado que el objetivo es usar y organizar los canales con el fin de satisfacer las necesidades de ambas partes. Si consideramos que uno de los principales objetivos de las empresas es conseguir la lealtad de los clientes, éstas necesitan información amplia y actualizada sobre las preferencias de sus usuarios, para que puedan cumplir con sus expectativas. El caso del sector de la banca por móvil es aún más crítico, debido a la ausencia de contacto personal con los clientes en el contexto del comercio móvil donde se realizan operaciones y transacciones financieras. Así pues, sería útil para los bancos adoptar una actividad multicanal, atendiendo a que la evidencia de estudios previos señala que los consumidores multicanal gastan más dinero que aquellos consumidores de un único canal y, esto influye positivamente en la rentabilidad de la empresa y la experiencia del consumidor, mientras también aumenta la satisfacción en la relación empresa-consumidor [7].

2.1. El entorno de la banca por móvil

La banca por móvil presenta una perspectiva diferente de estudiar el sector bancario, debido a la implantación del uso de dispositivos portátiles para realizar las mismas tareas y la obtención de los servicios ofrecidos. Se define como la comercialización de un producto o servicio por parte de un banco para la realización de transacciones financieras y no financieras por parte de los clientes, utilizando un dispositivo móvil, concretamente un teléfono móvil o tablet [8].

Como ya se ha mencionado, en lo que respecta a los usuarios de banca por móvil, es escaso el número de estudios que los han analizado, detallando sus gustos, percepciones o preferencias relativas a la banca por móvil, utilizando una base de datos de usuarios reales de banca a través del móvil o tablet. Una revisión de la literatura sobre la adopción de la banca por móvil revela la importancia de la descripción demográfica de los usuarios de la misma, los factores socio-culturales que los caracterizan, el riesgo, los beneficios percibidos, la percepción de utilidad, las actitudes,

la confianza y la satisfacción que manifiestan en la adopción de la banca por móvil [9] [10] [11] [12]. La literatura de marketing reconoce la importancia del canal móvil como una oportunidad de negocio en el sector bancario español [13]. Sin embargo, todavía no nos consta investigación que proporciona información respecto a los clientes de banca por móvil teniendo en cuenta varias de sus características, opiniones y actitudes. Por lo tanto, en nuestro estudio aportamos una descripción de los usuarios de banca por móvil en España, proponiendo consejos para los bancos que ya utilizan o planean utilizar el canal más novedoso dentro de un sector multicanal, es decir la banca por móvil. Otra de nuestras aportaciones, es ofrecer información útil para las empresas que buscan adaptar y personalizar la oferta a sus clientes de banca por móvil. Consideramos que el dispositivo móvil tiene un papel central en el uso de la banca por móvil, proporcionando a los clientes beneficios singulares, como por ejemplo la personalización, la ubicuidad, la libertad temporal, la rapidez, o el entretenimiento, que ningún otro canal puede ofrecer, exponiéndose, entre otras, como algunas de las características fundamentales del teléfono móvil y la banca por móvil para el crecimiento de las empresas financieras que operan en un entorno multicanal [14] [15].

2.2. El usuario de la banca por móvil. Análisis empírico

La literatura sobre las características de los usuarios de banca indica que las personas jóvenes, empleadas, con altos ingresos y educación, son más propensas a adoptar canales electrónicos en la contratación de servicios, que apoya la suposición de que las personas con esas características demográficas podrían ser más receptivas a utilizar la banca por móvil [9]. La descripción que obtenemos de nuestro estudio con una muestra de 2008 clientes de bancos españoles coincide con la descripción de este consumidor en la literatura previa. En cuanto a las características demográficas de la muestra, los usuarios españoles de banca son hombres de edad entre 25 y 34 años, con estudios universitarios y empleo. Son consumidores con un ingreso que les permite adoptar y consumir a través de una nueva tecnología (31,9% de ellos ganan más de 1800€/mes). Un 90% de los usuarios de banca por móvil tiene un perfil en alguna red social. Se conectan a la banca por móvil, básicamente, desde su casa o el trabajo y poseen un teléfono móvil y un ordenador portátil.

Teniendo en cuenta la importancia de la satisfacción para un uso continuo de un servicio de banca, observamos que el 50,7% de los clientes de banca por móvil muestran una alta satisfacción con los servicios de la misma y hasta el 60,1% de ellos afirman que en los últimos dos años el nivel de su satisfacción con los servicios de la banca por móvil se incrementó. El 54,4% afirma que los servicios de banca por móvil son relevantes para su relación con la entidad y el 52,2% muy probablemente recomendará la banca por móvil a los demás. Sin embargo, todavía hay aspectos importantes que los bancos deben tener en cuenta para una futura mejora del canal móvil. En este sentido, es importante analizar cuáles son los motivos que hacen que estos clientes de banca por móvil utilicen el teléfono móvil para la adquisición de diferentes servicios bancarios.

Consecuentemente, nuestra investigación profundiza en los incentivos que animan a los usuarios de banca por móvil a utilizar el canal de banca por móvil y se destacan los siguientes incentivos para el uso de la banca por móvil desde la perspectiva del usuario: el servicio 24 horas al día, 365 días al año (71,9%), la comodidad y practicidad (61,1%), el servicio rápido (52,2%) y gratuito (50,2%), la facilidad de

uso (39,9%) y la posibilidad de autogestión (38,3%). Luego, su carácter innovador, moderno y actual (29,2%), la fiabilidad (27,8%), la complementariedad con otros canales (19,4%), la disponibilidad de aplicaciones para temas financieros (15,3%) y la seguridad (14,4%).

En cuanto al uso actual y real de la banca por móvil, podemos decir que hoy en día las operaciones más frecuentemente realizadas a través de la banca por móvil son las relacionadas con la consulta de saldo y/o movimientos en la cuenta (30,3%), las transferencias y/o los traspasos (19,7%), contratar sistema de alertas al móvil (10,1%), la compra de entradas (8,4%) o el pago de recibos y/o impuestos (8,3%).

2.2.1. Las prácticas del usuario de banca por móvil en el entorno multicanal

Teniendo en cuenta que aparte del uso de la banca por móvil, los clientes también obtienen ciertos servicios a través de otros canales, como son la banca por Internet, la oficina o los cajeros, hacemos una comparación del comportamiento del cliente multicanal. Así pues, cuando los clientes comenzaron a utilizar la banca por móvil, dejaron de usar algunos de los otros tres canales, debido a algunas razones específicas, que también analizamos. El canal más frecuentemente abandonado es la oficina (40,5%), seguido por la banca por Internet (12,8%), mientras que el canal menos abandonado es el cajero automático (11,5%). Respecto a las razones de los usuarios para el cambio entre canales, el 74,1% de los clientes de banca por móvil, para la restricción del uso de los servicios de oficina después de comenzar el uso de los servicios de banca por móvil, señalan los horarios de oficina como el motivo principal. Los clientes de la banca por móvil mencionan que en su mayoría abandonan la banca por Internet (54,4%) y el cajero automático (56,3%) debido a la mayor rapidez y agilidad de la banca por móvil. La accesibilidad que ofrece el canal de banca por móvil (54,2%) y su alta privacidad (24,7%) influyen en el abandono del canal de oficina. En el caso de la banca por Internet y los cajeros automáticos, los motivos para el abandono son: los horarios del primer canal (15,2%), y los horarios (29,6%) y los cajeros automáticos obsoletos (29,6%) para el caso del segundo canal.

Hablando de las prácticas de los usuarios de la banca por móvil en un entorno multicanal de banca, cabe mencionar la percepción de los clientes sobre lo que serían los pros y los contras para el uso del resto de los canales en comparación con la banca por móvil. Así pues, a continuación, para cada canal se muestran ventajas (pros) y desventajas (contras) más importantes con respecto a la opinión de los clientes. Los pros de la banca por móvil que se destacan principalmente son la comodidad, la practicidad y los horarios. En cuanto a los contras, la no disponibilidad de dinero se ve como la principal debilidad, pero hay un alto porcentaje de usuarios que no perciben ninguna desventaja del canal de banca por móvil (14,7% no ven desventajas de la banca por móvil comparando con la oficina, 18,3% no las ven en comparación con el cajero automático, 37,5% no las detectan en comparación con la banca por Internet). Por ejemplo, el 65,6% de los clientes consideran que los horarios son una ventaja de la banca por móvil en comparación con la oficina, mientras que como una desventaja relevante que ven es la falta de disponibilidad de dinero (40,4%). Al comparar la banca por móvil con el cajero automático, la principal ventaja de la banca por móvil se considera que es la comodidad (54,8%) y la principal desventaja de nuevo es la falta de disponibilidad de dinero (57,7%) y la inseguridad (55,4%). La comodidad es una ventaja confirmada para la banca por móvil en comparación con la banca por Inter-

net (45,5%), mientras que el 37,5% de los usuarios de banca por móvil no encontró ninguna desventaja de banca por móvil en comparación con la banca por Internet. La falta de contacto físico (31,2% / 15,5%) y la imposibilidad de recibir consejos (29,1% / 17,8%) también se mencionan como desventajas de la banca por móvil en comparación con la oficina y la banca por Internet, respectivamente. Un resumen de los pros y contras de la banca por móvil en comparación con los otros tres canales: oficina, cajeros automáticos y banca por Internet, está presentado en la siguiente figura (Fig. 2).




OFICINA	
Horarios	No disponibilidad de dinero
Comodidad	Falta de contacto físico
Sin colas de espera	Sin posibilidad de consejos
Practicidad	No tiene desventajas
CAJERO AUTOMÁTICO	
Comodidad	No disponibilidad de dinero
Practicidad	Inseguridad
Sin colas de espera	No tiene desventajas
Privacidad	No lo sé
BANCA POR INTERNET	
Comodidad	No tiene desventajas
Practicidad	No lo sé
Facilidad de uso	Sin posibilidad de consejos
Horarios	Falta de contacto físico

Fuente: elaboración propia

Figura 2. Pros y contras de la banca por móvil en comparación con otros canales de compra.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Cuando los bancos adoptan una estrategia multicanal, tienen que gestionar la distribución de sus servicios a través del nuevo canal, en este caso, la banca por móvil. Un cliente que está satisfecho con un canal, probablemente también va a utilizar otro canal en un entorno multicanal [16]. Por eso se recomienda que las empresas también presten atención a la sinergia de los canales, como la banca por móvil y la banca por Internet, por ejemplo, o de la banca por móvil y los cajeros automáticos (siendo este el canal menos abandonado). La banca por móvil puede ser una estrategia para ganar cuota de mercado, pero también mejorar la relación con el cliente, mediante la introducción de nuevos atributos distintivos. La banca por móvil representa una parte importante de un entorno bancario multicanal, dado que la implementación de las nuevas tecnologías en el sector bancario es cada vez mayor (el 42,4% de todas las operaciones se realizan a través de la banca por móvil). Según nuestra investigación, los clientes describen la banca por móvil con adjetivos como rápida o sencilla, además de ser cómoda, accesible, segura, moderna o práctica. Todos aquellos manifiestan una percepción positiva de la banca por móvil. Los clientes reconocen varias ventajas de la banca por móvil (horarios, comodidad, practicidad, facilidad de uso, privacidad, etc.), dando una imagen generalmente positiva de este novedoso canal bancario. Además, casi todos los usuarios de banca por móvil (95,5%) poseen un teléfono móvil y una gran parte de ellos posee un ordenador portátil (84,2%) y un tablet (56,5%). Cuando la experiencia del consumidor con los servicios aumenta, los consumidores

no sienten la necesidad de establecer un contacto offline con la empresa antes de realizar la compra online [17]. Por tanto, este comportamiento de los usuarios de banca por móvil se puede ver como una preferencia por un nuevo canal a causa de la experiencia previa con dicho canal y/o el dispositivo (o la tecnología). En esta línea, podríamos deducir que, los clientes de banca por móvil usan las nuevas tecnologías y se sienten cómodos con las mismas, a la par que aumenta la posibilidad de uso e implementación de los servicios de banca por móvil en un entorno bancario multicanal.

Los clientes de la banca por móvil valoran principalmente los horarios, la mayor privacidad y accesibilidad, como características que influyen a los clientes en el abandono de otros canales, mientras continúan utilizando la banca por móvil. De hecho, la accesibilidad del canal móvil influye sobre todo el abandono del canal de oficina, mientras que en el caso de la banca por Internet los horarios son la razón para el cambio. Para abandonar los servicios del cajero automático, los cajeros automáticos obsoletos se señalan como el motivo más importante. Por lo tanto, los bancos deben ser conscientes de las percepciones de sus clientes sobre los canales y tratar de cumplir las expectativas basadas en sus preferencias, proporcionándoles más información acerca de las ventajas y la facilidad de uso de la banca por móvil. Los bancos deben conseguir una mejora del canal móvil e intentar que el mismo tome un papel más importante en la oferta de los servicios bancarios multicanal, dado que parte de los usuarios de los bancos no son conscientes o no tienen los conocimientos necesarios para la aplicación de la banca por móvil. Los bancos no deben dejar de lado las debilidades del canal y deben prestar una especial atención a las características de la banca por móvil, como pueden ser la falta de disponibilidad de dinero o la falta de contacto personal y asesoramiento. De esta manera, podrían tratar de informar mejor a sus clientes sobre las ventajas de la banca por móvil e intentar fortalecerlas, o tal vez ofrecer menos servicios que impliquen la incidencia de algunos de los contras mencionados. Por ejemplo, la seguridad es mencionada como un tema crítico de este canal. Es un problema actual en la banca por móvil [18] y por tanto se tiene que tratar con prudencia. Para superar este problema, será útil la aplicación de antivirus, software de protección de firewall y certificados digitales. La experiencia del consumidor español en el comercio electrónico tiene una influencia importante en la adopción del comercio móvil [19]. Así pues, la banca por móvil podría llegar a nuevos usuarios mediante el uso de una estrategia de marketing con un valor diferencial añadido para el segmento de los usuarios de banca electrónica.

Del mismo modo, los bancos deben prestar una especial atención en aquellas tareas que puedan conducir al abandono del canal, tales como la contratación de los sistemas de alerta, recarga de teléfonos o información comercial, y tratar de mejorar la oferta de servicios y mantener a los usuarios de banca por móvil, como una parte esencial de un entorno de banca multicanal. La empresas tienen que hacer un mayor esfuerzo para fortalecer la relación con sus clientes e incluso probar con estrategias de publicidad personalizada, con el fin de ofrecer sus servicios adecuándose al estilo de vida de sus clientes, implementando a la vez las nuevas tecnologías y de ese modo conseguir un mayor aprovechamiento de la estructura multicanal del sector bancario español.

Dado que para los bancos es de suma importancia establecer y mantener una imagen positiva del canal de banca por móvil para aumentar su uso, aparte de los aspectos mencionados anteriormente, los bancos deben mejorar algunas cuestiones

como por ejemplo la posibilidad de realizar más tareas en el canal, el desarrollo de una interfaz más espontánea y una mayor seguridad. Por otra parte, los bancos deben proporcionar más información sobre el uso de las aplicaciones y una mayor divulgación de las funciones y posibilidades del canal. Se recomienda continuar con la prestación de servicios con operaciones de banca por móvil, como la consulta del saldo y movimientos en la cuenta, la realización de transferencias y traspasos, pero sin olvidar esforzarse por desarrollar otras, como depositar o retirar dinero, solución de problemas o procesamiento de reclamaciones, y/o emisión de tarjetas de débito o crédito móvil. El uso del teléfono móvil y el comercio móvil están creando un nuevo tipo de la banca en España [20]. Por lo tanto, este estudio sugiere que los bancos no deben limitarse solamente a responder a las demandas de sus clientes, sino que tienen que predecir las necesidades futuras de sus actuales o nuevos usuarios. Por ejemplo, la no disponibilidad de dinero es la principal desventaja percibida por los clientes en la banca frente a los otros canales bancarios. Así pues, eso se podría utilizar para crear una característica diferencial para añadir valor a la banca por móvil en comparación con la banca offline y minimizar las desventajas percibidas por los usuarios de la banca por móvil, estimulando la percepción de la practicidad y la modernidad de la banca española. De esta manera, los bancos podrán asegurar la permanencia de sus clientes en este nuevo canal.

Una de las *limitaciones* de este estudio se debe al hecho de que estamos utilizando una base de datos española, lo que hace imposible generalizar nuestras conclusiones a otros países. Por otro lado, el comercio móvil, desde la perspectiva empresarial, está todavía en una fase de crecimiento incipiente en España, lo que conduce a que no todas las empresas tengan el mismo nivel de aplicación de las nuevas tecnologías en su desempeño. Así pues, dado que los clientes utilizan los servicios de diferentes entidades bancarias, la objetividad de los resultados podría ser afectada por no existir una variable de control para determinar la influencia de los medio utilizados por cada banco en las percepciones analizadas. En cuando a las *líneas de investigación futura*, se podría analizar el comportamiento del consumidor en la banca multicanal y analizar las diferencias demográficas, haciendo una comparación entre las entidades bancarias que ofrecen los mismos servicios, para ver las diferencias que puede provocar la oferta, especialmente en la oferta de la banca por móvil.

4. AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría mostrar nuestro agradecimiento al Departamento de Marketing de Banco Sabadell (Sabadell, Barcelona) para poner a nuestra disposición el “Estudio sobre el uso de la multicanalidad en los individuos” de Inmark, referente a los consumidores españoles de banca, que fue utilizado para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

- [1] ONTSI (2015) - Observatorio de las Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información (2015). La Sociedad en Red 2014, http://www.ontsi.red.es/ontsi/sites/default/files/informa_anual_la_sociedad_en_red_2014_ed_2015.pdf
- [2] ITU (International Telecommunication Union). (2014). The World in 2014. ICT Facts and Figures, ITU World Telecommunication/ICT Indicators database, retrieved in October 2014 from <http://www.itu.int/ITU-D/ict/>

- [3] Montoya-Weiss, M. M., Voss, G. B., & Grewal, D. (2003). Determinants of on-line channel use and overall satisfaction with a relational, multichannel service provider. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 31(4), pp. 448-458.
- [4] Ricard, L., Prefontaine, L., & Sioufi, M. (2001). New technologies and their impact on French
- [5] Mzoughi, N., & M'Sallem, W. (2013). Predictors of internet banking adoption: Profiling Tunisian postponers, opponents and rejectors. *International Journal of Bank Marketing*, 31(5), pp. 388-408.
- [6] Akturan, U., & Tezcan, N., (2012). Mobile banking adoption of the youth market: perceptions and Intentions. *Marketing Intelligence & Planning*, 30(4), pp. 444-459.
- [7] Weinberg, B. D., Parise, S., & Guinan, P. J. (2007). Multichannel marketing: Mindset and program development. *Business Horizons*, 50(5), pp. 385-394.
- [8] Shaikh, A.A., & Karjaluto, H. (2014). Mobile banking adoption: A literature review. *Telematics and Informatics* (article in press)
- [9] Laukkanen, T., & Pasanen, M. (2008). Mobile banking innovators and early adopters: How they differ from other online users&quest. *Journal of Financial Services Marketing*, 13(2), pp. 86-94.
- [10] Crabbe, M., Standing, C., Standing, S., & Karjaluto, H., (2009). An adoption model for mobile banking in Ghana. *International Journal of Mobile Communications*, 7 (5), pp. 515-543.
- [11] Koenig-Lewis, N., Palmer, A., & Moll, A. (2010). Predicting young consumers' take up of mobile banking services, *International Journal of Banking Marketing*, 28(5), pp. 410-432.
- [12] Teo, A., Tan, G.W., Cheah, C., Ooi, K., & Yew, K., (2012). Can the demographic and subjective norms influence the adoption of mobile banking?. *International Journal of Mobile Communications*, 10 (6), pp. 578-597.
- [13] Aldás, J. A., Lassala, C., Ruíz, C. R., & Sanz, S. (2011). Análisis de los factores determinantes de la lealtad hacia los servicios bancarios online. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 14(1), pp. 26-39.
- [14] San-Martín Gutiérrez, S., & Carpio, M. (2012). La venta por teléfono móvil desde el punto de vista de las empresas españolas. *Universia Business Review*, 34, pp. 124-143.
- [15] San-Martín, S., Prodanova, J., & Jiménez, N. (2015). The impact of age in the generation of satisfaction and WOM in mobile shopping. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 23, pp. 1-8.
- [16] Balasubramanian, S., Raghunathan, R., & Mahajan, V. (2005). Consumers in a multichannel environment: Product utility, process utility, and channel choice. *Journal of Interactive Marketing*, 19(2), pp. 12-30.
- [17] Bhatnagar, A., & Ghose, S. (2004). A latent class segmentation analysis of e-shoppers. *Journal of Business Research*, 57(7), pp. 758-767.
- [18] Shin, S., Lee, W. J., & Odom, D. O. (2014). A Comparative Study Of Smartphone User's Perception And Preference Towards Mobile Payment Methods In The US And Korea. *Journal of Applied Business Research*, 30(5), pp. 1365-3176.

- [19] Bigné, E., Ruiz-Mafé, C., & Sanz-Balz, S. (2007). Key Drivers of Mobile Commerce Adoption. An Exploratory Study of Spanish Mobile Users. *JTAER*, 2(2), pp. 48-60.
- [20] Barrutia, J. M., & Echebarria, C. (2005). The internet and consumer power: the case of Spanish retail banking. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 12(4), pp. 255-271.

DÉCIMA SESIÓN

BÁRBARA COÊLHO DA GAMA SANTOS

“Taxa de controle e fiscalização ambiental: o tributo brasileiro que financia a fiscalização ambiental”

YAIZA GONZÁLEZ TEMIÑO

“Inmovilización de naringinasa en criogel de alcohol polivinílico”

ROBERTO RATÓN GAGO

“Atención e inteligencia lóxica”

ANA GARCÍA RODRÍGUEZ

“El ensuciamiento de los MBR”

BEATRIZ MONASTERIO POZA

“Swap, relevancia social, legal y económica”

TAXA DE CONTROLE E FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL: O TRIBUTO BRASILEIRO QUE FINANCIAM FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL

BÁRBARA COELHO DA GAMA SANTOS

¹Doutoranda pela Universidade de Burgos, programa “Ciencia Jurídicas, Económicas y Sociales”, pós-graduanda em Direito Tributário pela Estácio/Cers, Advogada formada pela Faculdade Baiana de Direito e Gestão e Bacharel em Administração pela UNIFACS – Universidade Salvador.

RESUMO

Este trabalho aborda a sistemática da Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental, tributo plenamente vinculado que é cobrado de determinadas atividades para remunerar ao estado sua atuação, exercendo o poder de polícia na fiscalização ambiental destas atividades no Brasil.

Palavras chave: Taxa, Poder de Polícia, Tributo Vinculado.

ABSTRACT

This paper addresses the systematic of a direct tax charged in Brazil for Environmental Inspection, charged by the exercise of certain economic activities to remunerate the state on its operations, exercising police powers in the environmental supervision of such activities.

Key Words: Direct Tax, Police Power.

1. TAXA

Edgard Bodenheimer (BODENHEIMER, 1946, p.20) em seu livro “Teoria Del Derecho” definia que para haver uma relação de direito os indivíduos necessitam ser iguais, há de haver uma paridade entre os indivíduos na relação jurídica para haver um mínimo de igualdade, e essa relação jurídica de direito, independe de coercitividade de órgão jurídico superior.

A taxa é o tributo adequado e constitucional para que o Estado busque ressarcimento pelos serviços específicos e divisíveis que fornece de forma individual ao contribuinte e pelo exercício do poder de polícia. O Estado ao regulamentar, normatizar e ao expedir atos administrativos exerce o poder de polícia restringindo a liberdade dos indivíduos. O exercício do poder de polícia que torna um ente competente para cobrar uma TPP – Taxa de Exercício do Poder de Polícia, é a fiscalização destas restrições que faz a liberdade do indivíduo buscando preservar o bem comum.

A Constituição Federal concede a competência para instituir-la a todos os entes federativos, apesar de parecer um tributo menor, pela sua simplicidade ou pela pulverização de sua competência, não o faz menos importante.

1.1. Regra Matriz de Incidência Tributária

O princípio da legalidade tributária impõe ao ente que no exercício da sua competência tributária estabeleça em lei todos os critérios ou aspectos necessários para que se possa identificar a hipótese de incidência tributária, qual seja, a Regra Matriz de Incidência Tributária.

Para tanto a lei deve conter: o critério material, ou seja, descreve que situação fática deve ocorrer no mundo fenomênico para que se considere a existência da obrigação tributária; critério espacial que estabelece qual a delimitação espacial para o acontecimento da materialidade; o critério temporal que estabelece quando se considera ocorrido o fato que gera a obrigação tributária; o critério pessoal, a lei deve estabelecer quem é o sujeito ativo da obrigação tributária, aquele que detém competência tributária ou a capacidade tributária e o sujeito passivo, quem tem a obrigação de pagar o tributo como contribuinte direto ou responsável, e o critério quantitativo onde se estabelece a base de cálculo e a alíquota aplicada ou a medida que se permite avaliar o *quantum* devido na obrigação tributária.

Observe-se que a materialidade da taxa adstringe-se a remuneração do Estado por uma atuação específica e divisível em relação ao contribuinte.

O Art. 77 do CTN estabelece a competência comum da União, Estado, Distrito Federal ou Município para instituir taxas em razão do exercício do poder de polícia ou da utilização efetiva ou potencial de serviço público, no seu parágrafo único ainda sedimenta reafirmando o texto constitucional que a base de cálculo ou fato gerador não podem ser própria de impostos e não podem as taxas serem calculadas em razão do capital das empresas, o que figuraria numa aplicação do princípio da capacidade contributiva.

O CTN define em seu art.79 o conceito de serviço público ao qual se refere no art.7. O serviço público para o CTN pode ter três diferentes conceitos. O primeiro inciso do art.79 aduz que o serviço público é aquele utilizado pelo contribuinte efetivamente ou potencialmente, de forma efetiva quando é diretamente utilizado pelo contribuinte, e potencialmente quando o serviço público deve ser utilizado pelo contribuinte de forma compulsória e por isso são postos a sua disposição em efetivo funcionamento. No inciso segundo estabelece que o serviço público é específico quando possa ser dividido em unidades autônomas. E no inciso terceiro estabelece que estes serviços públicos possam ser utilizados de forma individual por parte do usuário/contribuinte.

Há que diferenciar também a questão da especificidade do serviço e a divisibilidade deste em relação ao contribuinte, para o serviço *uti singuli* é passível de se cobrar uma taxa pela sua utilização, porém não é possível cobrar taxa decorrente de serviço *uti universe* pelo fato deste se destinar a coletividade. (COÊLHO, 2013, P.537). Distinção que se faz necessária pela variedade de serviços públicos que podem ser promovidos pelo Estado.

Em 2008 com o julgamento pelo STF do RE 576.321-8 SP de Repercussão Geral que analisou a constitucionalidade da cobrança de Taxa de Serviço de Limpeza

Pública do Município de Campinas, vem sedimentar o entendimento da corte constitucional sobre a matéria, e faz uma distinção entre a taxa cobrada em decorrência da coleta de lixo e a taxa cobrada decorrente da limpeza urbana. O STF neste julgamento aduz ser constitucional a cobrança de taxa em razão da coleta de lixo por este ser um serviço específico e divisível, porém determina a inconstitucionalidade da taxa cobrada pela limpeza pública, uma vez que a manutenção da limpeza das vias públicas é um serviço prestado pelo Estado de forma indivisível, é um benefício à coletividade.

Ainda assim não se deve confundir nem aplicar os princípios e regramentos das taxas decorrentes de serviços à cobrança de TPP, pois são evidentemente tipos distintos de tributos, a cobrança da TPP deve guardar uma relação mínima entre o custo da atuação específica de fiscalização e a sua cobrança, e para alguns autores o custo total da fiscalização seria o teto máximo de arrecadação do TPP.

1.2. Características da Taxa

A classificação dos tributos deve ser feita com base estritamente jurídica, o parâmetro de avaliação quanto à classificação dos tributos é a Constituição Federal, nenhum outro aspecto financeiro, econômico ou administrativo tem lugar na classificação dos tributos (ATALIBA, 2011, p. 125). Há que ater-se aos aspectos jurídicos da Constituição e do Código Tributário Nacional. A classificação dos tributos deve ater-se a análise da materialidade como critério, e assim conforme o aspecto material da hipótese de incidência é possível classificar o tributo. (ATALIBA, 2011, P. 130).

Os tributos vinculados (ATALIBA, 2011, P 146) são os que têm como aspecto material da hipótese de incidência uma atuação estatal específica referida diretamente ao obrigado, o sujeito passivo.

A hipótese de incidência da taxa é uma atuação do Estado.

O parágrafo único do art.77 se estabelece que as taxas não podem ter base de cálculo idêntica a de imposto, isto com o objetivo de evitar a bitributação, e também por uma questão de lógica, se o imposto é um tributo não vinculado à ação estatal, numa mesma hipótese de incidência não podem incidir taxa e imposto, um dos dois será inconstitucional. Ainda aduz que não poderá ser cobrada a taxa com base no capital da empresa. A taxa por excelência é um tributo no qual o fato da vida que dera suporte a hipótese de incidência é uma atuação estatal, não cabe avaliação de características do contribuinte.

No art.16 do CTN está o conceito de imposto que sintetiza consigo o conceito de tributo não vinculado: “Imposto é o tributo cuja obrigação tem por fato gerador uma situação independente de qualquer atividade estatal específica, relativa ao contribuinte.”(art.16, CTN). Desta forma estão em pólos opostos as taxas e os impostos, impossível misturar os dois tipos de tributo.

A competência para instituir impostos estão nos artigos 153, 155 e 156, da CF/88, apesar de ter a competência para instituição de impostos é dos Entes federativos, sendo residual para a União, diferente da taxa, o legislador restringe essa competência.

O art.145, §1º da CF/88 aduz que os impostos sempre que possível levarão em conta o caráter pessoal do contribuinte referente ao seu patrimônio e renda, ou seja, considera as características econômicas do sujeito passivo. (ATALIBA, 2011, p.137).

Tabela 1. Distinção entre Taxa e Imposto.

TAXA	IMPOSTO
Tributo vinculado à atuação estatal	Tributo não vinculado à atuação estatal
Hipótese de incidência centrada em atos do Estado	Hipótese de incidência centrado em fatos ou características do indivíduo.
Competência concorrente da União, Estados, Distrito Federal e Municípios	Competência dos Entes federativos, sendo residual para a União.

Referência: Ataliba, 2011

1.3. Poder de Polícia

Poder de polícia administrativa O poder de polícia é exercido pela administração em relação à bens, direitos e atividades, restringindo os particulares no exercício dos seus direitos, que se diferencia da atuação policial que se refere a pessoas, restringindo-as.

Ainda o poder de polícia administrativa é dotada de discricionariedade, autoexecutoriedade e coercibilidade. A discricionariedade se caracteriza pela livre escolha que a Administração tem em exercer o poder de polícia, de acordo com a oportunidade e conveniência do ato; a autoexecutoriedade consiste na faculdade que a Administração tem de executar seus atos de restrição da liberdade dos administrados em prol do bem coletivo sem prévia autorização judicial e a coercibilidade se materializa na obrigatoriedade da imposição da decisão da Administração para o seu destinatário, e se admite ainda a utilização da força pública (MEIRELLES, 2013, P 147) para a sua imposição, porém essa força tem que ser proporcional ao ato, sob pena da utilização de violência ensejar a nulidade do ato.

O conceito do poder de polícia administrativa tratado pelo Direito Administrativo é mais amplo, do que o conceito entabulado no CTN, que se restringe a atuação na fiscalização como atividade do Estado, que tem um custo e que deve ser pago pelo usuário que a utiliza, ao menos na proporção do seu custo.

Assim o poder de polícia exercido pelo IBAMA deve ser realizado por funcionário da administração pública, não se admitindo a concessão desse poder à particulares ou a terceirizados, também não é possível, dentro da administração pública que particulares, tais como representantes de Organizações Não-Governamentais acompanhem a ação, pois se trata de adentrar o recinto de empresas, indústrias que são particulares e tem a mesma proteção constitucional que os domicílios (ANTUNES, 2013, P.174).

2. TAXA DE CONTROLE E FISCALIZAÇÃO AMBIENTAL

A TCFA - Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental, foi criada com o intuito de fiscalizar a atuação de empresas que tem potencial poluidor, verificando como desempenham suas funções, podendo o IBAMA, o ente responsável pela realização da cobrança e pela realização da fiscalização, adentrar os estabelecimentos comerciais e industriais com o intuito de fiscalizar, pode impor sanções às empresas que não cum-

pram a lei ambiental, podendo limitar a atuação do particular até de forma a lacrar o estabelecimento até que as infrações ambientais sejam sanadas.

A lei 9.960/2000 foi a primeira tentativa de se instituir uma taxa em decorrência do exercício do poder de polícia no qual o sujeito ativo era o IBAMA. O art. 17 da lei 6.938/81 instituiu a atribuição do IBAMA em administrar e manter o cadastro técnico federal daqueles que exercem atividade potencialmente poluidoras ou extrativistas e as correlatas a estas; e cadastro técnico daqueles que prestam consultoria ou comercializam equipamentos para medição e controle da poluição assim como as atividades correlatas a estas.

O art. 17-B da lei 9.960/2000 instituiu como fato gerador que para a cobrança da TFA o registro no cadastro técnico daqueles que exerciam atividades poluidoras, extrativistas ou correlatas referente ao art. 17, inc. II da lei 6.938/81, e o sujeito passivo aqueles obrigados a realizar o cadastro. Uma flagrante inconstitucionalidade, pois o aspecto material da taxa no CTN, em seu artigo 77 está estritamente delimitado ao exercício do poder de polícia, utilização de serviço público específico e divisível, pela utilização potencial ou posto a disposição do contribuinte, o fato gerador de uma taxa não pode ser a obrigatoriedade da realização do cadastro.

Conforme o art. 17-F da lei 9.960/2000 a TFA seria paga anualmente, e começaria a ser cobrada no mesmo ano da sua instituição. Neste artigo foram violados os princípios da anterioridade e da noventena. A TFA feriu o princípio da anterioridade, pois foi cobrada no mesmo ano que foi instituída, feriu também o princípio da noventena, pois a vigência da lei 9.960/2000 começou na data da sua publicação, em 28 de janeiro de 2000, e a TFA já seria devida no dia 31 de março de 2000, ou seja, menos de noventa dias da sua publicação.

A Ação Direta de Inconstitucionalidade n. 2178 foi proposta no STF aos 24 de março de 2000, questionando o Art. 8 da lei 9.960/2000, este era o artigo que modificava a lei 6.938/81, regulamentando a TFA. Proposta com pedido de medida cautelar em sede liminar de suspensão da eficácia do referido artigo 8º da lei 9.960/2000, que justamente alterava a lei 6.938/1981, incluído no seu texto a base legal para a cobrança da TFA. Em 29 de março de 2000, apenas a dois dias da data de vencimento para o pagamento da TFA, a medida cautelar da ADIn 2178-8, foi concedida pelo Pleno do STF, e teve como relator o Min. Ilmar Galvão que, ressaltando o caráter liminar da apreciação, constata a inconstitucionalidade da TFA.

Com a edição da lei 10.165 de 27 de dezembro de 2000, que estabeleceu nova regulamentação para a taxa de fiscalização ambiental, agora batizada de Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental – TCFA, a ADIn n.2178 ficou prejudicada, pois perdeu seu objeto já que a nova lei introduziu alterações nos artigos questionados.

A TCFA tal como se conhece hoje teve sua instituição com a lei 10.165 de 27 de dezembro de 2000, taxa cobrada pelo IBAMA para exercer de forma regular o poder de polícia ambiental para fiscalização e controle das atividades potencialmente poluidoras e das atividades que se utilizam dos recursos naturais. A referida lei também criou uma obrigação acessória, que é a confecção de um relatório anual entregue até o dia 31 de março de cada ano, das atividades exercidas no ano anterior com a finalidade de colaborar com a fiscalização.

O aspecto material é a fiscalização de atividade potencialmente poluidora ou que tenha grau de utilização de recursos ambientais e que estejam listadas pelo IBA-

MA como atividades sujeitas à sua fiscalização. O sujeito ativo é a União, o IBAMA é órgão que tem sua competência para exercer o poder de polícia na fiscalização das atividades potencialmente poluidoras e que se utilizem de recursos naturais, baseada em lei. sujeito ativo é a União, o IBAMA é órgão que tem sua competência para exercer o poder de polícia na fiscalização das atividades potencialmente poluidoras e que se utilizem de recursos naturais.

Segundo o art.225 da CF/88 a competência para preservação do meio ambiente compete a União, Estados, Distrito Federal e Municípios. Alguns Estados da federação já têm órgão de fiscalização ambiental instituídos e funcionando, a exemplo da Bahia que tem o INEMA. Porém, para instituir a taxa é necessário que seja exercido o poder de polícia fiscalizando diretamente o administrado. A mera instituição de órgão emissor de licenças não consitui embasamento para a cobrança da Taxa pelo exercício do poder de polícia.

3. CONCLUSÃO

A taxa por se um tributo tão comum e ordinário, necessita de um maior controle de constitucionalidade por parte do legislador que o institui e por parte do poder judiciário.

O julgamento do RE 576.321-8 SP com repercussão geral sedimenta na jurisprudência da corte constitucional uma importante diferenciação neste sentido, concretizando que aqueles serviços públicos prestados a coletividade que não são específicos e nem podem ser divisíveis não são objetos passíveis de materializar a cobrança de uma taxa.

A obediência à legalidade e a constitucionalidade quando se trata do tributo taxa deve ter uma análise restrita e de certa forma intolerante com os vícios. As taxas por terem um alcance imenso, já que também é franqueado aos Estados e Municípios a sua instituição, dessa forma muito difícil se faz o controle de constitucionalidade de cada uma delas, foi visto inclusive a preocupação do Min. Gilmar Ferreira Mendes em não modificar o *distinguish*.

Para que haja um equilíbrio digno de um Estado Democrático de Direito a estrita legalidade tributária deve ser observada na instituição da Regra Matriz Tributária para que a Relação Jurídica Tributária esteja acobertada pelo manto da Consitucionalidade.

REFERENCIAS

- [1] BRASIL. Constituição Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF, 5 out. 1988.
- [2] BODENHEIMER, Edgar. Teoria Del Derecho. Pánuco, México: Fondo de Cultura Economica, 1946. 2ª Edición Española: Vicente Herrero.
- [3] BRASIL. Lei 5.172, de 25 de outubro de 1966. Código Tributário Nacional. Brasília, DF, 1º jan. 1967.
- [4] COÊLHO, Sacha Calmon Navarro. Curso de Direito Tributário Brasileiro. 12. ed. Rio de Janeiro/; Forense, 2012.
- [5] ATALIBA, Geraldo. Hipótese de Incidência Tributária. 12 ed. São Paulo: Editora Malheiros, 2011.
- [6] MEIRELLES, Hely Lopes et al. Direito Administrativo Brasileiro. 39 ed. atual. São Paulo: Malheiros Editores, 2013.
- [7] ANTUNES, Paulo de Bessa. Direito Ambiental. 15 ed. São Paulo: Atlas, 2013.

-
- [8] BRASIL. Lei 9.960, de 28 de janeiro de 2000. Lei que institui a TSA – Taxa de Serviços Administrativos e a TFA – Taxa de Fiscalização Ambiental. Brasília, DF, 29 jan. 2000.
- [9] BRASIL. Lei 10.165, de 27 de dezembro de 2000. Altera Lei 6.938/1981. Brasília, DF, 28 dez. 2000.
- [10] BRASIL. Lei 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. Lei de Criação do IBAMA. Brasília, DF, 23 fev. 1989.

INMOVILIZACIÓN DE NARINGINASA EN CRIOGELES DE ALCOHOL POLIVINÍLICO

YAIZA GONZÁLEZ-TEMIÑO, ZAIDA CABELLO, NATIVIDAD ORTEGA, MARÍA D. BUSTO
*Área Bioquímica y Biología Molecular; Dpt. Biotecnología y Ciencia de los Alimentos,
Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos*

RESUMEN

La naringinasa es un complejo enzimático de gran interés a nivel industrial debido a su papel en la producción de ramosa, la biotransformación de antibióticos y esteroides, la hidrólisis de glucósidos, la eliminación del amargor en zumos de cítricos y el incremento del aroma en vino. Sin embargo, el empleo de enzimas solubles encarece mucho los costes ya que la enzima puede perder actividad debido a cambios en el medio, no se puede recuperar para sucesivas aplicaciones ni se puede utilizar en procesos en continuo. La inmovilización de la enzima es una estrategia que permite resolver estos inconvenientes a nivel industrial.

Nuestra investigación se centra en el desarrollo de biorreactores basados en la tecnología de inmovilización de naringinasa con el fin de eliminar el amargor en zumos de cítricos. En concreto, la naringinasa ha sido inmovilizada mediante atrapamiento en una matriz polimérica de alcohol polivinílico (PVA) y polietilenglicol (PEG), por criocongelación en nitrógeno líquido, obteniendo perlas catalíticamente bioactivas. Se empleó un diseño de experimentos, usando la metodología de superficie de respuesta para estudiar los efectos de la concentración de PVA y PEG y del pH sobre la eficacia de la inmovilización, y optimizar estos parámetros. Este trabajo se completó con el estudio de la capacidad de reutilización del inmovilizado.

Palabras clave: Inmovilización enzimática, naringina, naringinasa, alcohol polivinílico, polietilenglicol.

ABSTRACT

Naringinase is an enzyme complex which is commercially attractive due to its potential usefulness in preparation of rhamnose, biotransformation of antibiotics and steroids, glycosides hydrolysis, debittering of citrus juices, and enhancement of aroma in wine. However, the industrial application of soluble enzymes is very expensive because enzymes can lose their activity due to environmental challenges, they can't be recovered for subsequent application, and they can't be used in continuous processes. One strategy to solve these problems is enzyme immobilization.

Our investigation is focused on the development of bioreactors based in immobilized naringinase to debittering of citrus juices. Until now, naringinase has been immobilized by entrapment into a polymeric matrix consisting of poly(vinyl alcohol) (PVA) and polyethylene glycol (PEG) hydrogel, cryostructured in liquid nitrogen, to

obtain biocatalytically active beads. An experimental design using response surface methodology has been employed to study the effects of PVA and PEG concentration and pH on immobilization efficiency, and to optimize these parameters. Also, reusability of immobilized enzyme has been studied.

Keywords: Enzyme immobilization, naringin, naringinase, poly(vinyl alcohol), polyethylene glycol.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Naringinasa. Características y aplicaciones

La naringinasa es un complejo enzimático formado por la α -L-ramnosidasa (CE 3.2.1.40) responsable de la hidrólisis del flavonoide naringina (4',5,7-trihidroxi-flavanona-7-ramnoglucósido) en prunina y ramnosa, y por la β -D-glucosidasa (CE 3.2.1.21) que hidroliza la prunina en naringenina (4',5,7-trihydroxiflavanona) y glucosa (Fig. 1).

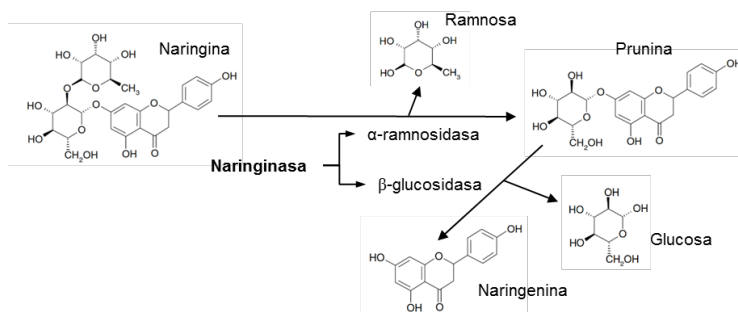


Figura 1. Hidrólisis de naringina en prunina, ramnosa, naringenina y glucosa por las actividades α -ramnosidasa y β -glucosidasa (naringinasa) (Adaptado de [1]).

Entre los productos de la reacción enzimática, la naringenina ha mostrado actividad antimutagénica y neuroprotectora, mientras que la prunina tiene actividad antiviral. Además, en algunos casos la desglicosilación de los flavonoides mejora su actividad biológica y su biodisponibilidad [2].

La naringinasa resulta de especial interés para la industria alimentaria y farmacéutica por su papel en: (1) la desglicosilación de flavonoides, (2) la preparación de aditivos alimentarios, (3) la producción de ramnosa, (4) la extracción de naringina de la cáscara de kinnow, (5) la digestión de la pulpa de tomate, (6) el desamargado de zumos cítricos, (7) la obtención de prunina, (8) la mejora del aroma en vinos, (9) la biotransformación de esteroides para la preparación de fármacos y precursores de fármacos, (10) la hidrólisis de glicolípidos para la obtención de ácidos grasos especiales y nuevos glicolípidos con mejores propiedades bioactivas [1], [2].

Tradicionalmente, la industria de cítricos ha empleado métodos de adsorción para reducir los compuestos amargos que causan rechazo en el consumidor. Sin embargo, con estos métodos se produce la alteración de la composición y calidad final del zumo: reacciones químicas directas, eliminación de nutrientes y de compuestos bioactivos, y pérdida de aroma y color. Frente a estas limitaciones se está estudiando

el empleo de biocatalizadores que actúen de manera específica sobre los componentes amargos. Es el caso de la naringinasa que transforma la naringina amarga en naringenina que es insípida, de forma que se elimina el amargor sin alterar las características organolépticas, nutricionales y saludables de los zumos.

1.2. Inmovilización de enzimas

La aplicación de enzimas como catalizadores en procesos industriales está ganando relevancia ya que presentan una serie de ventajas frente a los catalizadores químicos: son altamente específicas, la generación de subproductos es mínima y tienen una actividad elevada en condiciones suaves de reacción (temperatura ambiente, presión atmosférica, ...). Las enzimas son muy efectivas incluso a bajas concentraciones, dando lugar a productos de alta pureza, además, son biodegradables, por lo que cumplen los objetivos de la química verde [3]. Sin embargo, el uso de enzimas a nivel industrial está limitado ya que son poco estables (son proteínas, por lo tanto son sensibles a la temperatura y pH del proceso, pudiendo llegar a desnaturalizarse) y son susceptibles a ser inhibidas por los componentes de la reacción [4]. Por otra parte, el uso de enzimas no suele ser económicamente rentable ya que su solubilidad en agua dificulta su separación del producto final, y por lo tanto no se pueden reutilizar. Estos inconvenientes se pueden solventar con la tecnología de la inmovilización.

En 1971, en la Primera Conferencia sobre Tecnología Enzimática (New Hampshire, USA) se adoptó por primera vez el término “enzimas inmovilizadas”, que se definieron como “enzimas físicamente confinadas o localizadas en una cierta región definida del espacio con retención de su actividad catalítica y que pueden ser usadas repetidamente y de modo continuo” [5].

La inmovilización de enzimas permite resolver la mayoría de los problemas del uso de enzimas a nivel industrial: posibilita la recuperación y reutilización del catalizador y por tanto, aumenta la eficiencia del proceso y permite trabajar en continuo; incrementa la estabilidad frente a las condiciones de procesado (temperatura, pH, contaminantes, impurezas) y frente al almacenamiento; aumenta la selectividad; mejora los procesos de separación y purificación minimizando o eliminando la contaminación del producto final; y permite llevar a cabo varias reacciones simultáneas en reactores multienzimáticos [4], [6], [7]. Sin embargo, la inmovilización también presenta inconvenientes como la disminución de la actividad enzimática debido a la alteración de la conformación de la enzima (llegando incluso a la inactivación) y a las limitaciones en la difusión y transferencia de masa. Además, se pueden modificar las propiedades cinéticas de la enzima.

Las enzimas inmovilizadas se pueden clasificar atendiendo a su solubilidad. Por un lado tenemos las enzimas modificadas mediante técnicas adecuadas hasta hacerlas insolubles en agua, y por otro las enzimas solubles utilizadas en reactores equipados con membranas que permiten el paso de los productos de reacción, reteniendo las moléculas de enzima dentro del reactor. En la Fig. 2 se describen las técnicas de inmovilización más importantes.

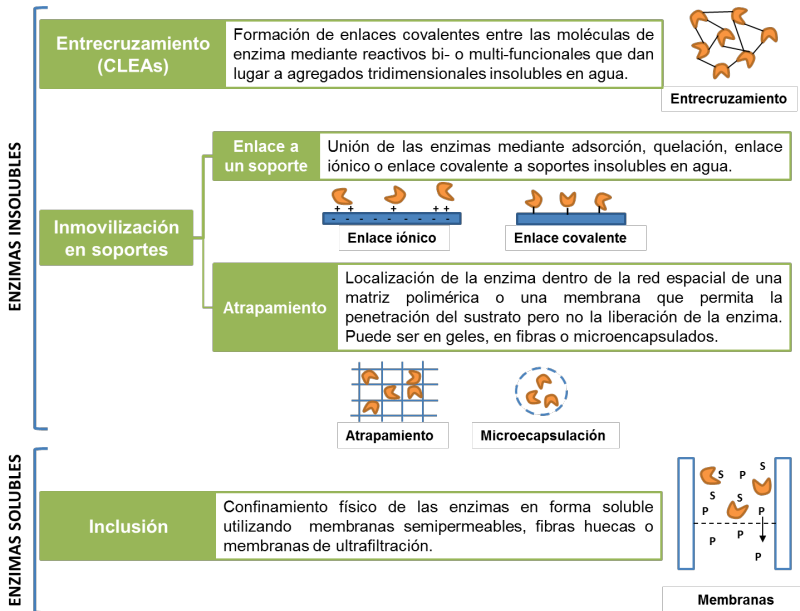


Figura 2. Técnicas de inmovilización.

No existen métodos estandarizados para la inmovilización de enzimas. Por tanto es necesario seleccionar los soportes y la metodología más adecuada para cada enzima y proceso. En la investigación planteada se pretende optimizar el proceso de inmovilización de naringinasa en matrices sólidas: polímeros de alcohol polivinílico (PVA), ciclodextrinas y resinas de polimetacrilato divinilbenceno (PM-DVB); y en sistemas de membranas, de diferente naturaleza y configuración, que puedan ser utilizadas dentro de un proceso escalable. En la actualidad se está desarrollando la inmovilización de naringinasa en geles de PVA.

1.2.1. Inmovilización de naringinasa por atrapamiento en criogeles de PVA

La inmovilización por atrapamiento en geles se basa en retener o atrapar las enzimas dentro de los espacios intersticiales de geles poliméricos entrecruzados insolubles en agua.

Diferentes investigadores han estudiado la eficacia del atrapamiento de naringinasa en diferentes matrices como K-carragenato [8], alginato [9], [10], y PVA [3], [11]. Las matrices basadas en PVA se consideran muy prometedoras por cuestiones de reutilización, estabilidad térmica y costo-efectividad del método de inmovilización [3], [12].

El criogel de alcohol polivinílico como matriz de inmovilización presenta numerosas ventajas [12], [13], [14], [15]:

- El PVA es un polímero no tóxico y biocompatible.
- Su estructura química puede estabilizar la proteína enzimática.

- Presenta una elevada macro y microporosidad que mejora la difusión de sustratos y productos.
- Su termoestabilidad es mayor que otros geles comúnmente usados como soportes de inmovilización, pudiendo soportar temperaturas hasta de 70-80°C.
- El método de inmovilización es sencillo y relativamente barato, ya que el PVA es un polímero sintético fácilmente disponible a un precio razonable.
- Presenta buenas características mecánicas, ya que estos geles no son quebradizos y muestran una mínima erosión abrasiva, incluso en condiciones de agitación intensa. Esto contrasta con otros hidrogeles empleados para el atrapamiento de enzimas (alginato, agar, carragenato o poli(acrilamida)).
- El PVA puede ser reutilizado para la preparación de un nuevo soporte.

El PVA (Fig. 3) es un polímero sintético no tóxico, de bajo coste y fácilmente disponible [11]. Se produce a nivel industrial por polimerización radicalaria de acetato de vinilo a acetato de polivinilo, seguido de la hidrólisis parcial de los grupos acetato a grupos alcohol. El grado de hidrólisis tiene serias consecuencias en las propiedades químicas, de solubilidad y cristalización del polímero [16].

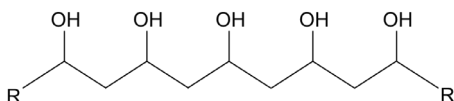


Figura 3. Estructura química del alcohol polivinílico (PVA).

Las soluciones acuosas concentradas de PVA pueden gelificar mediante la formación de una red espacial no covalente. La mayor parte de los enlaces del hidrogel se forman por puentes de hidrógeno entre los grupos hidroxilo de cadenas vecinas. Las cadenas de PVA poseen dominios sindiotácticos (secuencias de 6 a 8 unidades en las cuales los grupos hidroxilos se encuentran enlazados de forma alternante al carbono quiral de la cadena principal) responsables de la formación de enlaces de hidrógeno intermoleculares y sitios isotácticos (secuencias en las que los grupos hidroxilo se distribuyen de manera aleatoria a lo largo de la cadena polimérica) que participan principalmente en interacciones intramoleculares (Fig. 4).

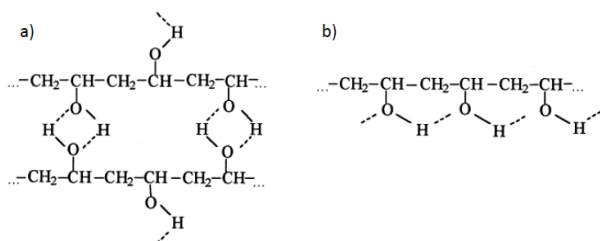


Figura 4. Estructura sindiotáctica (a) e isotáctica (b) en geles de PVA [14].

La gelificación del alcohol polivinílico se consigue de tres formas diferentes: por exposición a radiación gamma, por entrecruzamiento con agentes químicos como el ácido bórico, y por congelación y descongelación del polímero.

En el método de gelificación inducida por congelación y descongelación, la solución que contiene el polímero con la preparación enzimática empieza a polimerizar sobre un medio congelado, como puede ser el nitrógeno líquido. Inicialmente, en la fase de congelación, se forman microcristales de hielo puro y zonas no congeladas con una alta concentración de macromoléculas disueltas cuyas cadenas establecen enlaces de hidrógeno. Los cristales de hielo actúan como agentes formadores de poros. Posteriormente, durante la descongelación la estructura del criogel se refuerza ya que continúa la formación de enlaces de hidrógeno [14]. Este método de gelificación es el que presenta mayores ventajas ya que no utiliza ningún compuesto tóxico para generar la polimerización.

1.2.2. PEG como agente estabilizante de enzimas

Las enzimas se pueden desnaturalizar fácilmente por pequeños cambios en las condiciones de temperatura, presión, pH y fuerza iónica. La estabilización de estos biocatalizadores se puede conseguir mediante la modificación química, la ingeniería de proteínas, la inmovilización y el uso de aditivos [17].

La estabilidad de una enzima inmovilizada está influenciada por muchos factores como el número y la naturaleza de los enlaces formados entre la enzima y el soporte de inmovilización, la naturaleza de dichos enlaces, el grado de confinamiento o encierro de moléculas de enzima en el soporte, el microambiente de la enzima y la matriz del soporte y las condiciones de inmovilización [18].

Los polioles, como el polietilenglicol (PEG), pueden contribuir a la estabilización de las enzimas. Esto se debe a que las moléculas de poliol son excluidas preferentemente de la superficie de la molécula proteica, y por su capacidad para formar enlaces de hidrógeno, contribuyen a organizar una capa de moléculas de agua alrededor de la proteína, por lo que su conformación nativa se vuelve más rígida, y se dificulta la desnaturalización [17].

Por otra parte el PEG puede ser utilizado para mejorar la porosidad de la matriz reduciendo las limitaciones difusionales que son muy importantes en cualquier método de atrapamiento [18]. Además, los polímeros de etilenglicol pueden incrementar la fuerza y estabilidad térmica de los criogeles de PVA [19].

2. INMOVILIZACIÓN DE NARINGINASA EN CRIOGELES DE PVA

2.1. Selección de alcohol polivinílico

En este trabajo se inmovilizó la naringinasa de *Penicillium decumbens* en geles de PVA mediante el método de congelación-descongelación [11]. Para la inmovilización se disolvía el PVA junto con hidróxido de sodio (25 mg de NaOH g⁻¹ de PVA), y se ajustaba el pH a 7 con ácido clorhídrico. Posteriormente se añadía la enzima y la solución se extruía sobre nitrógeno líquido formando perlas esféricas que se dejaban a 4°C durante toda la noche. Una vez descongeladas las perlas se lavaban y se medía la actividad enzimática frente a la actividad de la enzima libre. La actividad naringinasa (naringina hidrolizada mg⁻¹ enzima min⁻¹) se estimaba determinando la concentración de naringina usando el método de Davis [20].

Los grados de polimerización (GP) y de hidrólisis (GH), y el peso molecular del PVA afectan a la formación del criogel. Los GP muy bajos no son apropiados

debido a que la viscosidad de la solución de alcohol polivinílico no es suficiente para formar las perlas de hidrogel, incluso a concentraciones elevadas de PVA. Por el contrario, las soluciones de PVA con grados de polimerización elevados son muy viscosas, lo que dificulta la manipulación. Por otra parte, el GH afecta a las propiedades químicas, de solubilidad y cristalización del polímero [16]. La presencia de grupos ésteres residuales puede interferir en la formación de enlaces intermoleculares, por lo que para la preparación de criogeles rígidos de PVA es necesario usar PVA con alto grado de hidrólisis [14]. Finalmente, el incremento del peso molecular favorece la gelificación. Por ello, en primer lugar se estudió como afectaban estos parámetros al proceso en las condiciones óptimas de inmovilización de naringinasa en geles de PVA determinadas por [11] (concentración de soporte PVA del 8% (p/v), concentración de enzima naringinasa del 20% (v/v) para una solución de enzima de 0,5 mg/ml y pH del medio de inmovilización de 7).

En la Tabla 1 se detallan las características de los PVA estudiados. No se encontraron diferencias significativas entre los distintos PVA en los porcentajes de inmovilización (actividad de la enzima inmovilizada frente a la libre), que estaban entre el 50-56%. Por tanto, en base a criterios económicos y de estabilidad mecánica de las perlas se seleccionó el PVA de 125.000 Da.

Tabla 1. Características de los PVA estudiados para la inmovilización de la naringinasa.

Peso molecular (Da)	Grado de polimerización (%)	Grado de hidrólisis (%)
61.000	1400	98-98,8
125.000	2800	98-98,8
145.000	3300	99-99,8

Los porcentajes de inmovilización que se obtuvieron para la naringinasa son inferiores a los conseguidos por otros autores: 80% de inmovilización para matrices de PVA-alginato de calcio [21], 80% para matrices de K-carreagenina [8], y 88% para matrices de alginato de calcio [22]. Sin embargo, existen posibilidades para mejorar del rendimiento de inmovilización: optimización de los factores de inmovilización, empleo de aditivos y aumento de los ciclos de congelación descongelación. En este caso, con el objetivo de mejorar la estabilidad de la enzima y aumentar la porosidad del gel disminuyendo las limitaciones difusionales, se decidió utilizar el polímero PEG como aditivo.

2.2. Inmovilización de naringinasa en criogeles de PVA-PEG

Para la inmovilización de naringinasa en criogeles de PVA-PEG se siguió la metodología descrita en el apartado anterior pero añadiendo PEG (8%, p/v) a la solución de PVA. En la Fig. 5 se muestran las perlas obtenidas con y sin PEG. Se observó que las perlas con PEG presentaban mayor consistencia y estabilidad estructural.

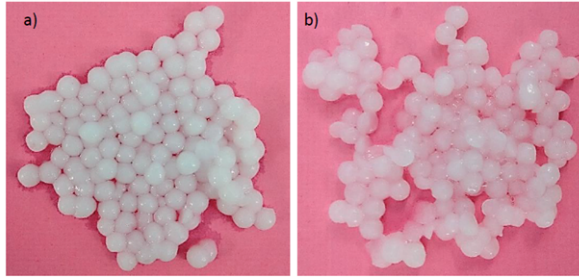


Figura 5. Naringinasa inmovilizada en criogeles de (a) PVA-PEG y (b) PVA.

El porcentaje de inmovilización que se obtuvo al inmovilizar naringinasa en PVA, incluyendo PEG en el proceso, fue del 75%, superior al obtenido cuando se empleaba sólo PVA, posiblemente por el efecto estabilizante del PEG que disminuye la desnaturalización de la enzima, y por su capacidad para mejorar la porosidad del soporte lo que facilita la transferencia de masa.

Estos resultados concuerdan con los descritos por otros autores. Así, Cheng et al. [23] comprobaron que si bien las células inmovilizadas en alginato de calcio reducían su eficacia en un 20% respecto a los biocatalizadores libres, los inmovilizados en presencia de PEG retenían el 100% de actividad. Por otro lado, Poraj-Kobielska et al. [12] obtuvieron un 60% de rendimiento en la inmovilización de peroxigenasa en criogeles de PVA-PEG, un resultado inferior al obtenido en el presente trabajo para la naringinasa.

2.2.1. Optimización del proceso de inmovilización de naringinasa en criogeles de PVA-PEG

La optimización de la inmovilización de naringinasa en criogeles de PVA-PEG se llevó a cabo mediante la aplicación de la metodología de diseño de experimentos y superficie de respuesta con el objetivo de valorar la influencia de los diferentes factores implicados en el proceso.

La metodología de diseño de experimentos se basa en la variación de las condiciones de realización de un proceso empírico para aumentar la probabilidad de detectar cambios significativos en la respuesta, obteniéndose de esta forma un mayor conocimiento del comportamiento del proceso de interés. Estos cambios se evalúan aplicando un modelo matemático, denominado superficie de respuesta, que relaciona los factores más relevantes con las respuestas. Esta herramienta estadística es útil para optimizar múltiples variables con el mínimo número de experimentos. Entre los diseños de experimentos más adecuados para calcular el modelo matemático está el diseño central compuesto [24].

Para la optimización del proceso de inmovilización se seleccionaron tres variables: concentración de PEG, concentración de PVA y pH de inmovilización. Se aplicó un diseño central compuesto del tipo 2^3 con estrella, rotable, con tres puntos centrales. Los valores de los niveles mínimos y máximos fueron: concentración de PEG 8-11%, concentración de PVA 6-8%, y pH 3-7, respectivamente. A partir del análisis de la varianza (ANOVA) y el diagrama de Pareto se dedujo que todos los factores tenían una influencia significativa sobre la variable respuesta.

Las condiciones óptimas obtenidas a partir del modelo que arrojó el diseño de experimentos fueron PEG al 9,10%, PVA al 7,42% y pH 8. En estas condiciones el modelo predecía un porcentaje de inmovilización del 85%, similar al obtenido experimentalmente.

2.2.2. Estabilidad operacional de la naringinasa inmovilizada en criogeles de PVA-PEG

La reutilización de los biocatalizadores es una de las ventajas más importantes de la inmovilización ya que ofrece la posibilidad de recuperar y emplear las mismas enzimas en aplicaciones sucesivas lo que permite reducir los costes globales del proceso, y la posibilidad de trabajar en sistemas en continuo. Por tanto, se evaluó si las perlas de PVA-PEG podían ser reutilizadas. Tras 6 ciclos de reutilización la enzima permanecía activa conservando entorno al 46% de la actividad inicial de la enzima inmovilizada.

1. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos sugieren que los criogeles de PVA son soportes adecuados para la inmovilización de naringinasa, ya que rinden biocatalizadores activos y estables. El empleo de PEG como aditivo mejora la eficacia de inmovilización y la estabilidad mecánica de las perlas. Además, el bajo coste y la ausencia de toxicidad de las matrices empleadas como soporte (PVA y PEG), junto con la simplicidad del protocolo de inmovilización hacen que la metodología desarrollada sea prometedora a la hora de aplicar la naringinasa a nivel industrial. Es necesario, sin embargo, comprobar la aplicabilidad de la naringinasa inmovilizada en zumos.

REFERENCIAS

- [1] Puri, M. (2012). Updates on naringinase: structural and biotechnological aspects. *Applied Microbiology and Biotechnology* 93, pp. 49-60.
- [2] Ribeiro, M.H. (2011). Naringinases: occurrence, characteristics and applications. *Applied Microbiology and Biotechnology* 90, pp. 1883-1895.
- [3] Nunes, M.A.P., Rosa, M.E., Fernandes, P.C.B., Ribeiro, M.H.L. (2014). Operational stability of naringinase PVA lens-shaped microparticles in batch stirred reactors and mini packed bed reactors-one step closer to industry. *Bioresource Technology* 164, pp. 362-370.
- [4] Mohamad, N.R., Marzuki, N.H.C., Buang, N.A., Huyop, F., Wahab, R.A. (2015). An overview of technologies for immobilization of enzymes and surface analysis techniques for immobilized enzymes. *Biotechnology and Biotechnological Equipment* 29, pp. 205-220.
- [5] Chibata, I. (1978). *Immobilized enzymes: research and development*. John Wiley & Sons, New York.
- [6] Eş, I., Vieira, J.D.G., Amaral, A.C., (2015). Principles, techniques, and applications of biocatalyst immobilization for industrial application. *Applied Microbiology and Biotechnology* 99, pp. 2065-2082.
- [7] Singh, R.K., Tiwari, M.K., Singh, T., Lee, J.K. (2013). From protein engineering to immobilization: promising strategies for the upgrade of industrial enzymes. *International Journal of Molecular Sciences* 14, pp. 1232-1277.

- [8] Ribeiro, I.A.C., Ribeiro, M.H.L. (2008). Kinetic modelling of naringin hydrolysis using a bitter sweet alfa-rhamnopyranosidase immobilized in k-carrageenan. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic* 51, pp. 10–18.
- [9] Mishra, P., Kar, R. (2003). Treatment of grapefruit juice for bitterness removal by Amberlite IR 120 and Amberlite IR 400 and alginate entrapped naringinase enzyme. *Journal of Food Science* 68, pp. 1229–1233.
- [10] Ribeiro, M.H.L., Afonso, C., Vila-Real, H.J., Alfaia, A.J., Ferreira, L. (2010). Contribution of response surface methodology to the modeling of naringin hydrolysis by naringinase Ca-alginate beads under high pressure. *LWT - Food Science and Technology* 43, pp. 482–487.
- [11] Busto M.D., Meza V., Ortega N., Perez-Mateos M. (2007). Immobilization of naringinase from *Aspergillus niger* CECT 2088 in poly(vinyl alcohol) cryogels for the debittering of juices. *Food Chemistry* 104, pp. 1177–1182.
- [12] Poraj-Kobielska, M., Peter, S., Leonhardt, S., Ullrich, R., Scheibner, K., Hofrichter, M. (2015). Immobilization of unspecific peroxygenases (EC 1.11.2.1) in PVA/PEG gel and hollow fiber modules. *Biochemical Engineering Journal* 98, pp. 144-150.
- [13] Ariga, O., Kato, M., Sano, T., Nakazawa, Y., Sano, Y. (1993). Mechanical and kinetic properties of PVA hydrogel immobilizing β -galactosidase. *Journal of Fermentation and Bioengineering* 76, pp. 203-206.
- [14] Lozinsky, V.I., Plieva, F.M. (1998). Poly(vinyl alcohol) cryogels employed as matrices for cell immobilization. 3. Overview of recent research and developments. *Enzyme and Microbial Technology* 23, pp. 227–242.
- [15] Bieler, N.C., Ansorge-Schumacher, M.B., Greiner, L. (2010). Automated lab-scale production of PVA/PEG-enzyme immobilisates. *Biotechnology Journal* 5, pp. 881-885.
- [16] Monopoli, V.D., Pizzio, L.R., Blanco, M.N. (2008). Polyvinyl alcohol–polyethyleneglycol blends with tungstophosphoric acid addition: synthesis and characterization. *Materials Chemistry and Physics* 108, pp. 331–336.
- [17] Costa, S. A., Tzanov, T., Filipa Carneiro, A., Paar, A., Gübitz, G. M., Cavaco-Paulo, A. (2002). Studies of stabilization of native catalase using additives. *Enzyme and Microbial Technology* 30, pp. 387-391.
- [18] Cao, C. (2005). *Carrier-bound Immobilized Enzymes: Principles, Application and Design*. Wiley-VCH, Verlas Gmh y Co. KGaA. Weinheim.
- [19] Lozinsky, V.I., Solodova, E.V., Zubov, A.L., Simenel, I.A. (1995). Study of cryostructuration of polymer systems. XI. The formation of PVA cryogels by freezing-thawing the polymer aqueous solutions containing additives of some polyols. *Source of the Document Journal of Applied Polymer Science* 58, pp. 171-177.
- [20] Davis, W. (1947). Determination of flavanones in citrus. *Analytical Chemistry* 19, pp.476–478.
- [21] Nunes, M., Vila-Real, H., Fernandes, P., Ribeiro, M. (2010). Immobilization of naringinase in PVA-alginate matrix using an innovative technique. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 160, pp. 2129-2147.

-
- [22] Puri, M., Kaur, A., Singh, R.S., Schwaqz, W.H., Kaur, A. (2010). One-step purification and immobilization of His-tagged rhamnosidase for naringin hydrolysis. *Process Biochemistry* 45, pp. 451–456.
- [23] Cheng, Y., Ma, L., Deng, C., Xu, Z., Chen, J. (2014). Effect of PEG-mediated pore forming on Ca-alginate immobilization of nitrilase-producing bacteria *Pseudomonas putida* XY4. *Bioprocess and Biosystems Engineering* 37, pp. 1653-1658.
- [24] Massart, D., Vandeginste, M., Buydens, L., Jong, S., Lewi, J., Smeyers-Verbeke, J. (1997). *Handbook of Chemometrics and Qualimetrics: Parte A*. Elsevier Science, Amsterdam.

ATENCIÓN E INTELIGENCIA LÓGICA

ROBERTO RATÓN GAGO

Psicopedagogo y Asesor Educativo. Grupo ALBOR-COHS

RESUMEN

Este estudio analiza las relaciones entre la inteligencia lógica y dos componentes de la atención: atención sostenida y calidad atencional, en una muestra de 75 escolares españoles de 11 a 12 años. La inteligencia lógica fue evaluada a través de las Escalas Magallanes de Razonamiento (EMR) y los componentes atencionales mediante las Escalas Magallanes de Atención Visual (EMAV). Los análisis de correlación revelan que no existe una correlación significativa entre el nivel de desarrollo de las habilidades de inteligencia lógica y los dos componentes de la atención evaluados. Se concluye que los instrumentos y la metodología de evaluación, o el tamaño de la muestra, pueden ser variables que afecten a la diversidad de resultados en los estudios que analizan la relación entre atención e inteligencia lógica.

Palabras clave: inteligencia lógica, atención sostenida y calidad atencional.

ABSTRACT

This study analyzes the relationships between logical intelligence and two components of attention, sustained attention and attentional quality, in a sample of 75 11-12 year old Spanish students. Logical intelligence was evaluated through the Magallanes Scales of Logical Intelligence (EMR) and attentional components through the Magallanes Scales of visual attention (EMAV). The correlation analysis reveal that there is no significant correlation between the level of development of logical intelligence skills and that of sustained attention. Similarly, they expose there is no significant correlation between the level of development of logical intelligence skills and attentional quality either. The conclusion reached is that the instruments and the evaluation methodology, or the size of the sample, could be variables that affect the diversity of the results in the studies that analyze the relationship between attention and logical intelligence. This situation shows the necessity to clarify independence of these constructs aiming at improving the assessment of factors that have a lot to do with the development/growth of children and teenagers; it is of special importance when dealing with children with difficulties in academic learning.

Keywords: logical intelligence, sustained attention and attentional quality

1. FUNDAMENTOS

La atención y la inteligencia son dos variables de naturaleza cognitiva, interrelacionadas de un modo aún desconocido, a pesar de la amplitud de las investigaciones realizadas con el objetivo de identificar las características de su relación. La cuestión más

interesante en este momento es identificar en qué medida el nivel de desarrollo de la inteligencia lógica es una variable moduladora de las habilidades atencionales y viceversa.

No existe uniformidad conceptual a la hora de definir ambos constructos. De hecho, la inteligencia es un constructo con una evidente evolución desde los comienzos de la psicología hasta ahora. Recordemos por ejemplo, las “inteligencias adaptativas” de Terman (1921), Weschler (1944) y Piaget (1952) “el factor g” de Spearman (1927), las “habilidades primarias” de Thurstone (1938) la “inteligencia fluida y cristalizada” de Cattell (1963) “la teoría triárquica” de Sternberg (1985), la “inteligencias múltiples” de Gardner (1983, 1999) y “la inteligencia emocional” de Goleman (1995).

Existen múltiples evidencias de que las operaciones mentales que constituyen los diversos procesos cognitivos se encuentran localizadas en varias regiones del cerebro y que la ejecución de tareas requiere la coordinación de estas operaciones en un sistema (Heilman, Watson, Valenstein, Damasio, 1983; Mesulam, 1987, Posner, 1988).

Con respecto a la atención, hace varios años que se propuso que las funciones atencionales serían el resultado de la acción coordinada de varios componentes relacionados formando parte de un sistema (Mirsky, 1995).

Este punto de vista multicomponente es compartido por los estudios de procesamiento de la información que identifican una variedad de funciones relacionadas con la atención, tales como: selección, focalización, mantenimiento de la atención o vigilancia, cambios atencionales, distractibilidad, modulación de la intensidad atencional; así como atención y procesos de memoria: tales como repetición, reversibilidad y codificación (Parasuraman y Davies, 1984; Posner, 1978 y Shiffrin, 1988).

Con la finalidad de tender un puente entre los trabajos de la psicología cognitiva y la neuropsicología, Mirsky et al. (1995) han propuesto una taxonomía restringida de funciones atencionales, basada en los intentos de Zubin (1975) de categorizar los déficits de atención en el trastorno esquizofrénico.

Zubin propuso tres componentes de la atención: focalizar, mantener y alternar, que representan aspectos significativos de la regulación del procesamiento de información.

- Focalizar (*focus*) es la capacidad de concentrar los recursos atencionales en una tarea específica y ser capaz de no prestar atención a otros estímulos distractores.

A este respecto es muy importante destacar que, en los diversos intentos de diseñar tests para evaluar aisladamente la función de focalización, se comprobó la dificultad práctica de hacerlo de manera independiente de la ejecución de tareas breves e inmediatas (tales como pulsar un timbre, realizar una marca, etc...).

- Mantener (*sustain*), es la capacidad de permanecer en una tarea de manera activa (vigilante) durante un intervalo temporal significativo (relevante), sin abandonar u olvidar el objetivo designado, reaccionando vigorosamente (activamente) a ella, e inhibiendo posibles respuestas a estímulos no relevantes para la misma.
- Alternar (*shift*) es la capacidad de cambiar el foco de atención de un estímulo complejo a otro, de una manera flexible y eficaz.

Por su parte, Mirsky plantea la existencia de un cuarto tipo de habilidad o función, puesta de manifiesto en los diversos estudios realizados: la codificación.

- Codificar (*encode*) es la capacidad de mantener presente una información durante un periodo breve de tiempo, mientras se realiza una acción o una operación cognitiva que otorga significado a los estímulos.

Finalmente, Tatman (1992) y Tatman, Fantie y Mirsky, (1995) han acumulado suficiente evidencia empírica que apoya la existencia de un quinto factor, habilidad o función atencional: la fiabilidad o estabilidad atencional.

- Estabilizar (*stability*) es la capacidad de mantener con la misma intensidad el esfuerzo atencional durante un periodo de tiempo.

En este estudio se evalúa la inteligencia lógica a partir del fundamento conceptual propuesto por R. Sternberg y dos de los componentes de las habilidades atencionales propuestos por A. Mirsky que denominamos: atención sostenida (AS) y calidad atencional (CA), con la finalidad de averiguar si la inteligencia lógica es una variable moduladora de alguno de los componentes atencionales propuestos o viceversa.

A su vez, en caso de ausencia de relación entre inteligencia y atención, constituirá el inicio de una línea de investigación que aporte datos para avalar una metodología de evaluación de las habilidades de inteligencia lógica que evite el sesgo por influencia de los componentes atencionales propuestos.

2. OBJETIVO

En esta investigación se pretende analizar la relación o independencia entre el nivel de desarrollo de las habilidades de inteligencia lógica y los subprocesos atencionales de mantenimiento y focalización.

El aporte fundamental de este estudio consistirá en la valoración de la relación del desarrollo de las habilidades de inteligencia lógica -un componente de modelo de R. Sternberg- con dos diferentes subprocesos de la atención – atención sostenida y focalización de la atención: 2 componentes del modelo de A. Mirsky- y no con el constructo definido de manera genérica. Esto implica adoptar un modelo conceptual para cada constructo, y que los instrumentos se fundamenten en ese modelo conceptual.

3. PARTICIPANTES

Los sujetos de este estudio pertenecían a un centro educativo concertado de la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV), escolarizados durante el curso 2012-2013, en el último nivel del tercer ciclo de la etapa de Educación Primaria (6º de Educación Primaria), divididos en tres aulas. En cada aula hay 25 escolares haciendo un total de 75; en todo el centro la lengua vehicular es el vascuence.

El único criterio de inclusión utilizado, tras la autorización de las familias en todos los casos, fue la voluntariedad en la participación, no utilizándose criterios exclusión de los sujetos que no fueran la nulidad de los resultados como consecuencia de una defectuosa comprensión de la demanda o errores en la metodología de registro de los resultados. De esta manera se participaron un total de 75 escolares de los cuales 6 fueron excluidos como consecuencia de la nulidad de los resultados.

Del total de los casos considerados válidos para la muestra 33 fueron de sexo masculino y 36 de sexo femenino, siendo la edad media de la muestra de 11 años y 4 meses, resultando los grupos homogéneos en cuanto a sexo y edad.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los grupos.

		Sexo		Total
		Chico	Chica	
Clase a la que pertenece el alumno	A	12	11	23
	B	11	12	23
	C	10	13	23
Total		33	36	69

4. PROCEDIMIENTO

Para la recogida de datos, el primer paso fue la presentación del Proyecto a la Comisión Ética a del Grupo ALBOR-COHS, quien ha hecho seguimiento del proceso de selección de la muestra y de la recogida de datos, así como del posterior tratamiento de la información y archivo de toda la documentación de la investigación.

Al inicio del curso escolar se presentó el Proyecto a la junta directiva del centro escolar, en sesión presencial, estableciendo el modo en que se presentaría el objeto del estudio a los padres, solicitando su colaboración en el mismo.

Se solicitó a la Directiva de Colegio, poder informar a las familias acerca de los objetivos, la metodología, la duración y los beneficios de la investigación en la reunión de inicio de curso que los tutores de cada nivel mantienen con los padres. En esta sesión, junto con los objetivos de la investigación, se explicó que la participación era anónima y voluntaria. Posteriormente se les envió una circular en la que se les adjuntaba la autorización para el uso de los datos recogidos, las Escalas Magallanes de Razonamiento (EMR-2) y las Escalas Magallanes de Atención Visual (EMAV-2) en el formato correspondiente a la edad cronológica de cada escolar o al nivel de instrucción, según el criterio propuesto por la prueba.

Se adaptó la metodología de la evaluación a las características de los escolares considerando las peculiaridades de un proceso de evaluación colectiva, favoreciendo en todos los casos la comprensión de la demanda.

Las pruebas se cumplimentaron de modo anónimo, tan solo se les solicitó a los escolares que indicaran aquellos datos que posteriormente pudieran ser de utilidad para la investigación, tales como, nivel educativo, edad y sexo.

Los datos han sido tratados con absoluta privacidad, asegurándonos el respeto a la dignidad de las personas participantes, sus creencias e intimidad, y en ningún caso los participantes en esta investigación han recibido críticas o reproches por sus contestaciones, o posibles.

El tratamiento de la información se ha realizado sin relacionar datos con los nombres de los sujetos que componen la muestra, y manteniéndose toda la información como estrictamente confidencial.

5. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Las Escalas Magallanes de Atención Visual: EMAV (García Pérez, E.M y Magaz Lago, A. 1998). Diseñadas de forma que hacen posible una valoración de las capacidades o destrezas atencionales, tanto desde un punto de vista conductual, teniendo en cuenta el rendimiento en una tarea simple, como desde un punto de vista neuropsicológico. Destacan por ser un instrumento sencillo de cumplimentar y por estar elaborado y baremado en España.

La Escala Magallanes de Razonamiento: E.M.R (García Pérez, E.M y Magaz Lago, A. 2013). Evalúan el nivel de desarrollo de la habilidad de razonamiento lógico en base al fundamento conceptual de este constructo propuesto por R. Sternberg.

6. ESTUDIO EMPÍRICO

El estudio del nivel de desarrollo de la capacidad de inteligencia lógica como una variable moduladora de las habilidades atencionales se hizo desde un enfoque cuantitativo, siendo un estudio cuantitativo correlacional que trata de establecer el grado de relación entre las variables: inteligencia lógica, atención sostenida y calidad atencional.

Las puntuaciones directas obtenidas se transformaron en puntuaciones centiles utilizando los baremos que permiten comparar a cada escolar con su grupo normativo de referencia propuestos por cada escala.

7. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

En esta investigación se pretende analizar la relación o independencia entre el nivel de desarrollo de las habilidades de inteligencia lógica y los subprocesos atencionales de mantenimiento y focalización (Fogarty & Stankov (1988); Rockstroh & Schweizer, (2001); Unsworth, Spillers y Brewer (2009); Karl Schweizer, Xuezhu Ren, Frank Goldhammer y Helfried Moosbrugger (2011); Karl Schweizer, Fen Xu y Xuezhu Ren (2013).

El aporte fundamental de este estudio consistirá en la valoración de la relación del desarrollo de las habilidades de inteligencia lógica -un componente de modelo de Sternberg- con dos diferentes subprocesos de la atención -atención sostenida y focalización de la atención: 2 componentes del modelo de A. Mirsky- y no con el constructo definido de manera genérica. Esto implica adoptar un modelo conceptual para ambos constructos, y que los instrumentos se fundamenten en ese modelo conceptual.

8. HIPÓTESIS

Las hipótesis que esperamos confirmar con este estudio son:

1. La independencia del nivel de desarrollo de las habilidades de atención sostenida y el nivel de desarrollo de las habilidades de inteligencia lógica (Fogarty & Stankov, 1988; Karl Schweizer, Xuezhu Ren, Frank Goldhammer & Helfried Moosbrugger, 2011; Karl Schweizer, Fen Xu & Xuezhu Ren, 2013; Rockstroh & Schweizer, 2001; Unsworth, Spillers & Brewer, 2009).
2. La independencia del nivel de desarrollo de las habilidades de focalización de la atención y el nivel de desarrollo de las habilidades de inteligencia lógica (Fogarty & Stankov, 1988; Karl Schweizer, Fen Xu & Xuezhu Ren, 2013).

9. RESULTADOS

Los resultados de este estudio son concordantes con otros referenciados (Lansman & Hunt, 1982; Fogarty & Stankov 1988; Rockstroh & Schweizer, 2001) dado que el nivel de desarrollo de la capacidad de inteligencia lógica aparece como una variable no relacionada con habilidades atencionales. No obstante, la disparidad en los resultados con otros estudios variables (Stankov, Roberts & Spilsbury, 1994; Necka, 1996; Oberauer y otros, 2003; Buehner y otros, 2005; Buehner, Krumm, Ziegler y Pluecken, 2006; Burns, Nettelbeck & McPherson, 2009; Steinmayr, Ziegler, & Träuble, 2010) pudiera estar relacionada con los modelos explicativos utilizados a la hora de definir conceptualmente los constructos referidos a las habilidades atencionales de manera independiente, tanto para la habilidad de atención sostenida como para la calidad atencional.

De igual manera, se ha utilizado el constructo de inteligencia propuesto por R. Sternberg en la evaluación de la inteligencia lógica, eliminando el sesgo que se produce cuando se incluyen habilidades que requieren aprendizajes principalmente académicos; a diferencia de los modelos conceptuales de inteligencia en los que se basan otros estudios los estudios referenciados. Tal como señalamos, esto puede explicar la disparidad en las conclusiones con respecto a otros estudios publicados.

Los resultados obtenidos confirman la hipótesis de independencia entre las variables de inteligencia lógica y los subprocesos atencionales de atención sostenida y calidad atencional.

Tabla 2. Tabla de contingencia entre Calidad Atencional (C.A.) e Inteligencia Lógica.

			Grupo	Inteligencia	Total
			Lógica		
			Bajo	Adecuado	Bajo
Grupo Calidad Atencional	Inadecuado	Recuento	1	19	20
		Frecuencia esperada	2,0	18,0	20,0
		% del total	1,4%	27,5%	29,0%
	Riesgo	Recuento	2	9	11
		Frecuencia esperada	1,1	9,9	11,0
		% del total	2,9%	13,0%	15,9%
	Adecuado	Recuento	4	34	38
		Frecuencia esperada	3,9	34,1	38,0
		% del total	5,8%	49,3%	55,1%
Total	Recuento	7	62	69	
	Frecuencia esperada	7,0	62,0	69,0	
	% del total	10,1%	89,9%	100,0%	

Tabla 3. Relación de contingencia entre Atención Sostenida (A. S.) e Inteligencia Lógica.

		Grupo Inteligencia Lógica		Total	
		Bajo	Adecuado	Bajo	
Grupo Atención Sostenida	Inadecuado	Recuento	1	16	17
		Frecuencia esperada	1,7	15,3	17,0
		% del total	1,4%	23,2%	24,6%
	Riesgo	Recuento	0	6	6
		Frecuencia esperada	,6	5,4	6,0
		% del total	,0%	8,7%	8,7%
	Adecuado	Recuento	6	40	46
		Frecuencia esperada	4,7	41,3	46,0
		% del total	8,7%	58,0%	66,7%
Total	Recuento	7	62	69	
	Frecuencia esperada	7,0	62,0	69,0	
	% del total	10,1%	89,9%	100,0%	

Tabla 4. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la muestra con puntuaciones directas.

		Calidad atencional	Atención sostenida	Puntuación directa EMR
N		69	69	69
Parámetros normales	Media	,88296	,59877	12,62
	Desviación típica	,078923	,114566	2,618
Z de Kolmogorov-Smirnov		,782	,442	1,205
Sig. asintót. (bilateral)		,573	,990	,110

Tabla 5. Coeficiente de correlación ρ de Spearman entre Calidad Atencional (C.A.) e Inteligencia Lógica (E.M.R.)

Rho de Spearman.

Puntuación centil en Calidad Atencional (C.A.)		
Puntuación centil en Inteligencia Lógica (E.M.R.)	Coefficiente de correlación	-,013
	Sig. (bilateral)	,914

Tabla 6. Coeficiente de correlación ρ de Spearman entre Atención Sostenida (A.S.) e Inteligencia Lógica (E.M.R.)

Rho de Spearman.	
	Puntuación centil en atención sostenida
	Coefficiente de correlación -,215
Puntuación centil en EMR	Sig. (bilateral) ,077

10. CONCLUSIONES:

Para responder a la contradicción de los estudios que concluyen la existencia de correlaciones entre ambas variables (Stankov, 1983; Crawford, 1991; Roberts, Beh, Spilsbury & Stankov, 1991; Stankov, Roberts & Spilsbury, 1994; Necka, 1996; Oberauer y otros, 2003; Buehner y otros, 2005; Buehner, Krumm, Ziegler y Pluecken, 2006; Burns, Nettelbeck & McPherson, 2009; Steinmayr, Ziegler, & Träuble, 2010), nos adherimos a la consideración de los investigadores que, tras haber llegado a estos mismos resultados, proponen que cuando se encuentran interacciones entre inteligencia y atención, son consecuencia de algún otro elemento mediador, tal como señalan Lansman & Hunt, 1982; Fogarty & Stankov 1988; Rockstroh & Schweizer, 2001. Confirmamos de esta manera las hipótesis planteadas acerca de la independencia del nivel de desarrollo de las habilidades de atención sostenida y calidad atencional, y el nivel de desarrollo de las habilidades de inteligencia lógica.

Quienes sostienen la existencia de correlación entre estas habilidades, puede ser debido a las diferencias conceptuales de ambos constructos, incidiendo en mayor medida en el constructo de la atención, donde también existen variaciones en función de los subprocesos incluidos en la definición del constructo.

Otra variable a considerar a la hora de justificar las diferencias en los resultados son los instrumentos de evaluación utilizados y la tipología de las tareas propuestas en los mismos, dado que, es un dato claramente comprobado que en la ejecución de tareas complejas o durante un tiempo prolongado, hay correlación más alta entre inteligencia y atención, que en la ejecución de tareas más simples. A este respecto cabe destacar que tanto los test de inteligencia como los tests de atención ofrecen tareas muy distintas y de muy diferente complejidad.

Por último, la metodología de evaluación es otra variable a considerar para valorar las discrepancias. Formatos de evaluaciones individuales proporcionan en algunos sujetos puntuaciones diferentes de las obtenidas en formatos de evaluación individual.

11. PROPUESTAS DE APLICACIÓN PRÁCTICA:

Con el objetivo de confirmar los resultados obtenidos en este estudio nos planteamos dos opciones:

1. ampliar el rango de edad y la representatividad de la población, recopilando datos de diferentes niveles educativos de diferentes centros escolares.
2. replicar este estudio, con evaluaciones individuales de estos dos constructos, empleando la misma escala de evaluación de la atención, y la batería

CERVANTES de evaluación de la inteligencia lógica (Grupo ALBOR-COHS. División de Investigación y Estudios), basada en el mismo modelo conceptual.

A su vez, damos continuidad al inicio de una línea de investigación que aporte datos para avalar una metodología de evaluación de las habilidades de inteligencia lógica que evite el sesgo por influencia de los componentes atencionales propuestos.

REFERENCIAS

- Buehner, M, et al (2006). Cognitive abilities and their interplay. *Journal of individual differences*, 27, 57- 72.
- Burns, N., Nettelbeck, T. & McPherson, J. (2009). Attention and intelligence. *Journal of individual differences* 30, 1, 44-57.
- Colom, R., et al (2007). Fluid intelligence, memory span, and temperament difficulties predict academic performance of young adolescents. *Personality and individual differences*, 42, 1503-1514.
- Dean, S. (2006). *Understanding and achievement gap: Exploring the relationship between attention, working memory and academic achievement, a dissertation*. University of Pennsylvania.
- León, B. (2008) Atención plena y rendimiento académico *European Journal of Education and Psychology*, 1 (3), 17-26.
- Luo, D., Thompson, L. A. & Detterman, D.K. (2006). The criterion validity of task of basic cognitive processes. *Intelligence*, 34, 79-120.
- Luz F. Pérez, C. González y Jesús A. Beltrán (2009). Atención, Inteligencia y Rendimiento Académico, *Revista de Psicología y Educación*, ISSN 1699-9517, Vol. 1, Nº. 4, 2009 , págs. 57-72
- Nisbett , R.E. (2009). *Intelligence and how to get it. Why schools and culture count*. W.W. Norton & Company.
- Okoye, N.S. (2009). The interaction of selective attention and cognitive development (1), 221-227.
- Pérez, L.F. y Beltrán, J.A. (2008). A spanish intervention programme for students with special education needs: effects on intellectual and academic achievement. *European Journal of Special Needs Education*, 23 (2), 147-156.
- Rockstroh, S. & Schweizer, K. (2001). The contribution of memory and attention processes to cognitive abilities. *Journal of General Psychology*, 128, 30-42.
- Rosselló, J., Munar, E., Obrador, P. y Cardell, E. (2007), Historia Conceptual de la Atención, *Revista de historia de la psicología*, ISSN 0211-0040, Vol. 28, Nº 2-3, 2007 , págs. 59-65
- Schweizer, K., & Koch, W. (2003). Perceptual processes and cognitive ability. *Intelligence*, 31, 211–235.
- Steinmayr, R., Ziegler, M. & Träuble, B.(2010). Do intelligence and sustained attention interact in predicting academic achievement?. *Learning and Individual differences*, 20, 14-18
- Sternberg, Robert (1988) *La Mente Triárquica: Una Nueva Teoría de la Inteligencia* Nueva York: Viking Press.

EL ENSUCIAMIENTO EN LOS MBR

GARCÍA, A.¹, MARTÍNEZ, R.¹, RAMOS, C.¹, DIEZ, V.¹

¹ *Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos, Área de Ingeniería Química. Universidad de Burgos, Burgos, España*

RESUMEN

El ensuciamiento en reactores biológicos de membrana, MBR, es un punto crítico a la hora de utilizar esta tecnología. La medida de la resistencia hidráulica permite cuantificar el grado de ensuciamiento e identificar donde se encuentra localizado. Se ha estudiado el efecto de la concentración del efluente en diferentes diluciones, 1:2 y 1:4, con agua desionizada, sobre la medida de la resistencia y se ha determinado hasta que punto el manejo de los módulos de membrana afecta a la medida de la resistencia, disminuyendo un 40% la resistencia medida en un montaje externo respecto a la resistencia obtenida dentro del reactor.

Palabras clave: AnMBR, aceites y grasas, ensuciamiento

ABSTRACT

Fouling in membrane bioreactors, MBR, it's a critical point. Hydraulic resistance quantifies the degree of fouling and identified where it's located. It was studied the influence of effluent concentration on fouling resistance measurement in different dilutions, 1:2 and 1:4, with deionized water, fouling alteration provoked by ex situ measurement method decreasing 40% respect to the resistance obtained in the reactor.

Keywords: AnMBR, oil and grease, fouling

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente las industrias alimentarias producen unas aguas residuales complejas, que presentan componentes como aceites y grasas difíciles de tratar mediante procesos biológicos. Una de las tecnologías para depurar estas aguas, son los reactores biológicos de membrana (MBR) y su variante anaerobia (AnMBR). Siendo el ensuciamiento de las membranas el problema principal al que se enfrentan estos biorreactores: la presencia de aceites y grasas resulta especialmente problemática.

Los reactores biológicos de membrana combinan el proceso biológico de fangos activados y la separación sólido-líquido por filtración con membranas. Estas membranas se pueden encontrar dentro del biorreactor (membranas sumergidas) o fuera de él (membranas externas) (Fig.1).

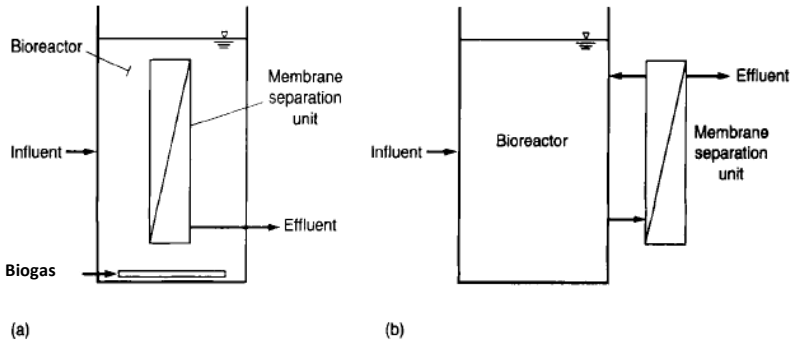


Figura 1. Diagramas esquemáticos de los reactores de membranas con membrana interna (a) y con membrana externa (b).

Los primeros MBR se desarrollaron comercialmente por Dorr-Oliver a finales de 1960 para el tratamiento de aguas residuales a bordo de un buque. El interés del sistema se debe a que la membrana permite simultáneamente tanto concentrar la biomasa, reduciendo el espacio necesario para su instalación, como generar un efluente de muy buena calidad. Este sistema se comercializó en Japón bajo licencia de Sanki Ingeniería, con cierto éxito hasta principios de 1990 (1, 2).

Las ventajas principales del sistema MBR frente a los procesos convencionales de tratamiento de fangos activados son las siguientes (3, 4):

- Altos rendimientos para la eliminación de contaminantes, materia orgánica y sólidos en suspensión, proporcionando así un efluente de excelente calidad.
- Se puede operar a mayores tiempos de retención celular, con menor producción de fangos y tiempos hidráulicos de residencia más cortos.
- Requiere menos espacio que los sistemas de decantación secundaria lo que permite que el sistema sea más compacto.

En cambio, de entre los inconvenientes de los biorreactores MBR, destacan el ensuciamiento de la membrana debido a la naturaleza y a la gran concentración de sólidos en el biorreactor, el coste debido a la adquisición de las membranas y el coste de la aireación necesaria para la agitación intensa del licor de mezcla en las proximidades de la superficie de la membrana (4, 5).

Una variante de los MBR son los AnMBR, reactores biológicos de membrana anaerobios, que aprovechan el poder metanogénico de los lípidos. Estos reactores combinan la digestión anaerobia y la separación sólido-líquido por filtración con membranas. Esta tecnología, además de permitir obtener un efluente de gran calidad, produce una menor cantidad de fangos y tiene una gran capacidad de biodegradación de materia orgánica lentamente biodegradable.

Además, como resultado de la digestión anaerobia de la materia orgánica del agua residual se obtiene biogás, compuesto principalmente por metano y dióxido de carbono. El biogás puede ser aprovechado fácilmente en las propias industrias, siendo una fuente de energía renovable, lo que permite la reducción del consumo de combustibles fósiles y la emisión de gases de efecto invernadero.

El control del ensuciamiento en los reactores MBR y AnMBR es una cuestión crítica, por lo que es necesario conocer los mecanismos de ensuciamiento y cuantificar su valor.

El ensuciamiento se debe a las interacciones superficiales entre los sólidos en suspensión y los materiales coloidales del licor de mezcla y las membranas. Tradicionalmente se ha clasificado en (6):

- ensuciamiento reversible: se refiere a la deposición de materiales que se puede eliminar mediante métodos físicos, como flujos de contralavado o periodos de relajación
- ensuciamiento irreversible: el ensuciamiento que solo se puede eliminar mediante limpiezas químicas.

El ensuciamiento afecta a la resistencia al proceso de filtración de las membranas, que viene definida por la ley de Darcy (eq. 1). La resistencia total a la filtración (R_T) habitualmente se analiza mediante un modelo de resistencias en serie (eq. 2, 3 y 4):

$$TMP=R_T \cdot \mu \cdot J \quad (1)$$

$$R_T=R_m+R_{if}+R_{rf} \quad (2)$$

$$R_{if}=R_{pb}+ \quad (3)$$

$$R_{rf}=R_{cl}+R_{ss} \quad (4)$$

donde TMP es la presión transmembranal, μ es la viscosidad del permeado y J es la densidad de flujo, volumen de permeado por unidad de área de membrana y por unidad de tiempo($l/m^2 \cdot h$).

La resistencia total (R_T) es igual a la suma de la resistencia de la membrana (R_m) que es debida al propio material de la membrana, al tamaño de los poros, a la porosidad y al espesor de la membrana; y de las resistencias del ensuciamiento irreversible (R_{if}) y del ensuciamiento reversible (R_{rf}). La resistencia del ensuciamiento irreversible (R_{if}) es la suma de la resistencia provocada por el bloqueo de los poros (R_{pb}) y la resistencia asociada al ensuciamiento irreversible externo (R_{ef}). El ensuciamiento reversible (R_{rf}) es la suma del ensuciamiento provocado por la deposición de materiales coloidales (R_{cl}) y por la deposición de los sólidos suspendidos (R_{ss}) (1,7).

La compresibilidad del ensuciamiento y su propia capacidad de retención dificulta la medida de la resistencia.

En esta comunicación se presenta la influencia de la concentración de efluente en la medida de la resistencia y la alteración del ensuciamiento que se provoca cuando se realizan medidas de resistencia ex situ.

2. MATERIAL Y METODOS

2.1. Montaje experimental

Las experiencias de medida de la resistencia in situ se realizaron en un AnMBR escala laboratorio (Fig.2), mientras que las medidas de la resistencia ex situ se realizaron en un montaje externo (Fig. 3).

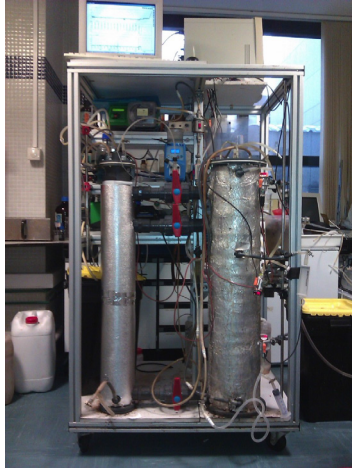


Figura 2. AnMBR escala laboratorio.



Figura 3. Montaje externo para la medida de la resistencia *ex situ*.

El AnMBR escala laboratorio está equipado con un módulo de fibras huecas hidrófilas de polifluoruro de vinilideno (PVDF) de microfiltración, con un tamaño de poro de $0.4 \mu\text{m}$ y una superficie total de filtración de 2 m^2 ; mientras que en el montaje externo se utilizaron módulos de membrana de ultrafiltración, con un tamaño de poro de $0.03 \mu\text{m}$ y una superficie total de filtración de 3.5 m^2 .

Ambos montajes están equipados con una bomba peristáltica reversible con control remoto (Watson Marlow 520 U). Para la medida de presión se han empleado dos sondas PN2069 (IFM Electronics) con un intervalo de $-500/500 \text{ mbar}$, una de ellas para medir la presión en la línea de succión de la membrana y otra para la medida de la presión en el recipiente en el que se encuentra la membrana. Para la medida del caudal

se ha empleado un caudalímetro electromagnético SM6100 (IFM Electronics). Para medir la temperatura se utiliza una sonda PT100 (IFM Electronics).

Se ha empleado un Automata programable, M-DUINO PLC (Industrial Shields) para controlar y programar los ciclos de filtración de manera automática.

Se ha empleado una tarjeta de adquisición de datos Picolog (PICO Technology) para el registro continuo mediante PC de las variables principales del proceso, el flujo y la presión a los que trabajaba la membrana y la temperatura, permitiendo monitorizar el proceso de filtración.

2.2. Medida de la resistencia hidráulica

Las medidas de la resistencia, tanto in situ como ex situ, se basaron en el método del flujo crítico modificado (8) (Fig. 4), permitiendo la determinación in situ del ensuciamiento irreversible interno y externo, evitando el efecto de la compresión progresiva de la capa de ensuciamiento.

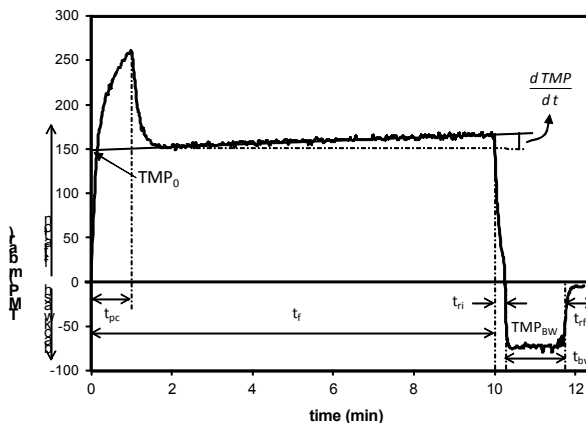


Figura 4. Perfil característico de presión transmembranal obtenido mediante el método del flujo crítico modificado.

Los 6 ciclos de filtración, con velocidades ascendentes, a partir de los cuales se obtiene la resistencia, tienen una duración total de 600 segundos, divididos en 90 segundos de prerrelajación (t_{ri}), 30 segundos de contralavado (t_{bw}), 45 segundos de postrelajación (t_{rl}), 60 segundos de filtración a una velocidad mayor que la velocidad del resto del periodo de filtración (t_{pc}) y 375 segundos de filtración (t_f).

La pendiente ($dTMP/dt$) representa la velocidad de ensuciamiento reversible, acumulado a lo largo de un ciclo de filtración pero que es retirado en las etapas de relajación y contralavado.

El valor de TMP_0 representa la presión transmembranal al comienzo del estudio de las condiciones seleccionadas y es debido a la suma de la resistencia ofrecida por la membrana, al ensuciamiento irreversible que permanece después de la relajación y el contralavado, y el debido al ensuciamiento extra provocado durante la fase de precompresión.

TMP_{BW} representa la presión transmembranal al contralavado al comienzo del ciclo, debida a la resistencia que ofrece la membrana y por el bloqueo de los poros.

2.3. Análisis de materia orgánica

Se determinó la concentración de Carbono Orgánico Total (COT) y de Carbono Inorgánico (CI) de las muestras por el método de oxidación catalítica en horno y medida de CO_2 mediante un detector infrarrojo no dispersivo en un analizador TOC-V SCN Shimadzu.

La concentración de COT se determina realizando 2 determinaciones consecutivas: la concentración de carbono total (CT) y la de carbono inorgánico (CI), obteniéndose la concentración de COT por diferencia (eq.5):

$$CT = COT + CI \rightarrow COT = CT - CI \quad (5)$$

Para el análisis de CT se transporta la muestra introducida por el inyector automático con un gas portador, en este caso aire, al tubo de combustión, que se encuentra relleno con un catalizador para la oxidación y calentado a $720^\circ C$. Se mide el CO_2 formado con un detector de infrarrojo. Para medir el CI, que se encuentra en forma de carbonatos, hay que acidificar la muestra con ácido clorhídrico, y posteriormente realizar la medición de la misma manera que el CT.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las resistencias a la filtración obtenidas con un efluente proveniente de una planta piloto AnMBR a escala laboratorio, las obtenidas con diluciones 1:2 y 1:4 y con agua desionizada (DI) están representadas en la figura siguiente (Fig.5)

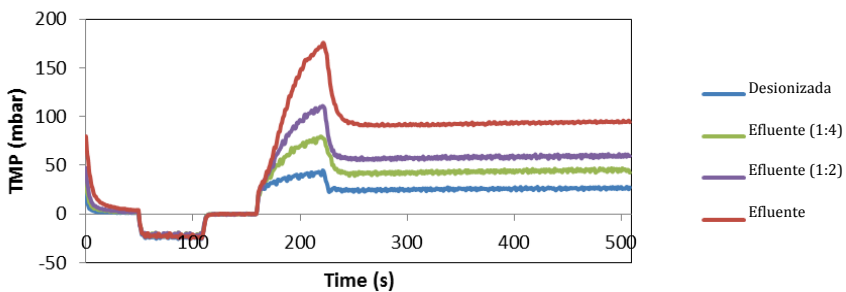


Figura 5. Perfiles de presión transmembranal obtenidos con un flujo $J=4.64 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ con efluente, agua desionizada y diluciones 1:2 y 1:4

Como se puede observar la resistencia hidráulica a la filtración se ve muy afectada por la concentración de efluente. La resistencia obtenida con efluente fue un 3.3 veces superior a la resistencia obtenida con agua desionizada, mientras que las resistencias realizadas con diluciones 1:4 y 1:2, fueron un 1.6 y un 2.1 veces superior a la resistencia del agua desionizada, respectivamente.

Sin embargo, las resistencias obtenidas durante el contralavado, no se ven afectadas por la concentración de efluente, siendo el valor de la resistencia al contralavado prácticamente igual para efluente y agua desionizada.

Los resultados anteriores están relacionados con la concentración de materia orgánica en el centro del depósito y del permeado de las diferentes experiencias. Las concentraciones de COT y de CI vienen recogidas en la Tabla 1, en la que se puede observar que la concentración de materia orgánica depende del efecto de la dilución, así como de la capacidad de extracción de compuestos de la capa de ensuciamiento.

Tabla 1. Concentraciones de COT e CI.

	Ef		Ef 1:2		Ef 1:4		DI	
(mg/l)	TOC	IC	TOC	IC	TOC	IC	TOC	IC
Centro del depósito	78,9	223	68,1	116	35,6	77,9	13,7	36,8
Permeado	22	143	19,7	111	5,8	76,7	2,3	41,9

El efecto del manejo de las membranas se muestra en la siguiente figura (Fig. 6). Cogiendo el módulo de membranas desde el tanque de filtración del reactor AnMBR y colocándolo en el recipiente de filtración *ex situ*, se provoca un desprendimiento del ensuciamiento y por lo tanto una disminución importante en la resistencia a la filtración de un 40% respecto a la resistencia a la filtración inicial medida inicialmente dentro del reactor, pero apenas afecta a la resistencia en el contralavado. Cuando se vuelve a colocar el módulo de membranas en el reactor, la resistencia de filtración final disminuye nuevamente, sin embargo de una forma ligera, un 10%.

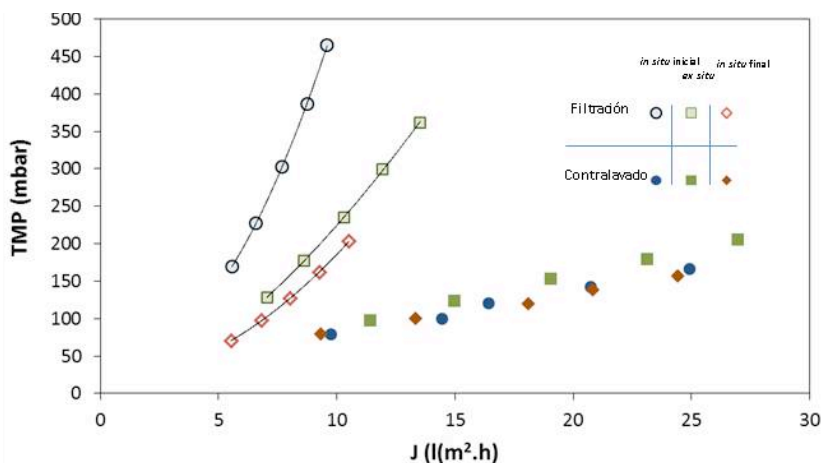


Figura 6. Medición de la resistencia in situ, antes de sacar el módulo de membranas para la realización de la medida ex situ, y medida final in situ cuando se volvió a colocar el modulo en la planta AnMBR.

4. CONCLUSIONES

Las medidas de resistencia realizadas *ex situ* con agua desionizada no representan la verdadera resistencia a la filtración de la membrana en el biorreactor, ya que la composición del efluente aporta una resistencia adicional, siendo la resistencia obtenida con efluente un 3.3 veces superior a la resistencia obtenida con agua desionizada. Al analizar las muestras tomadas durante las experiencias, se observa como hay una relación entre la cantidad de materia orgánica presente en el medio con el efecto de la dilución, así como se produce una extracción de componentes de la capa de ensuciamiento. Por lo que se puede concluir que el material coloidal y particulado presente en el efluente, influye en la filtración. Por otro lado, la manipulación de la membrana provoca un desprendimiento del ensuciamiento, reduciendo la resistencia en la filtración medida en el montaje *ex situ* en un 40% con respecto a la medida *in situ*. Sin embargo la resistencia al contralavado no está relacionada con la concentración de efluente ni se ve afectada la manipulación.

5. AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen el soporte económico del programa LIFE+ para el desarrollo del proyecto WOGAnMBR (LIFE13 ENV/ES/000779).

REFERENCIAS

- [1] Judd, S. "The MBR Book". EE.UU: Elsevier, 2006.
- [2] Santos, A.; Ma, W.; Judd, S.J. "Membrane bioreactors: Two decades of research and implementation". *Desalination* 273 (2011): 148-154.
- [3] Ng, A.N.L.; Kim, A.S. "A mini-review of modeling studies on membrane bioreactor (MBR) treatment for municipal wastewaters". *Desalination* 212 (2007) 261-281.
- [4] Teck, H.C.; Loong, K. S.; Sun, D. D.; Leckieb, J. O. "Influence of a prolonged solid retention time environment on nitrification/denitrification and sludge production in a submerged membrane bioreactor". *Desalination* 245 (2009): 28-43.
- [5] Zhang, D.; Lu, P.; Long, T.; Verstraete, W. "The integration of methanogenesis with simultaneous nitrification and denitrification in a membrane bioreactor". *Process Biochemistry* 40 (2005): 541-547.
- [6] Drews, A. "Membrane fouling in membrane bioreactors-Characterisation, contradictions, cause and cures". *Journal of Membrane Science* 363 (2010): 1-28.
- [7] Naessens, W.; Maere, T.; Nopens, I. "Critical review of membrane bioreactor models – Part 1: Biokinetic and filtration models". *Bioresource Technology* 122 (2012): 95-106.
- [8] Diez et al (2014). A modified method for evaluation of critical flux, fouling rate and in situ determination of resistance and compressibility in MBR under different fouling conditions, *Journal of Membrane Science* 453 1-11.

SWAP, RELEVANCIA SOCIAL, LEGAL Y ECONÓMICA

BEATRIZ MONASTERIO POZA

Universidad de Burgos

RESUMEN

El siguiente documento muestra de una forma introductoria cómo, producto de la evolución financiera, los derivados financieros se han ofrecido al mercado generalista con las consecuencias que de ello se derivan. Se pretende ofrecer una visión general de la situación y del estado de la cuestión, justificar la importancia del estudio de los derivados financieros y en especial de los contratos Swap o de permuta financiera a través de la jurisprudencia.

Palabras clave: Swap, permuta financiera, jurisprudencia, especialidades procesales, relevancia, consumidores, financiación, PYME.

ABSTRACT

This paper tries to show in a preliminary way how, as a result of the financial evolution, derivatives has been offered to a vast market with the consequences that it has. The aim is to show a general overview of the situation and the state of the art, justify the importance of the study of derivatives and specially the Swap contracts trough the jurisprudence.

Keywords: Swap, jurisprudence, procedural specialties, relevance, consumers, financing, SME.

1. INTRODUCCIÓN – LA FINANCIACIÓN

La financiación, la negociación y gestión de la misma, es hoy por hoy un aspecto fundamental en la vida cotidiana de una empresa, aunque se trate de una PYME. Escoger el producto inadecuado, o contratar unas condiciones demasiado exigentes pueden llevar a la quiebra a una sociedad, a pesar de su buen desempeño, en términos de cifra de negocios. Los gastos financieros pueden determinar si una empresa cierra el ejercicio con beneficios o con pérdidas.

El nacimiento de los productos financieros derivados es consecuencia de una serie de cambios estructurales en el entorno, la innovación financiera nace para dar respuesta a esas necesidades. En el origen de los derivados financieros se encuentran diferentes causantes, desde la aparición del déficit público, la inestabilidad de precios, la inflación o la inestabilidad de los tipos de cambio, entre otros.¹

¹ <http://www.expansion.com/diccionario-economico/derivados.html>. Expansión, “Derivados”, López Domínguez, Ignacio (última visita 25/07/15).

La volatilidad de variables tan importantes en la supervivencia de una empresa como los tipos de interés, los precios de las mercancías o los tipos de cambio generan una incertidumbre en los operadores financieros que ha favorecido la creación de los nuevos productos financieros, al margen de los tradiciones productos de financiación.

1.1. Los derivados financieros

Los derivados financieros, son aquellos cuya principal cualidad es que su valor depende del valor y de las características de uno o más activos subyacentes, es decir, el valor del derivado financiero se basa en el precio de otro activo². El activo subyacente puede venir representado por una acción o conjunto de acciones, valores de renta, divisas, materias primas, tipos de interés, etc.

En todo caso, son productos expuesto a un elevado riesgo, ya que sufren lo que se denomina “efecto apalancamiento”, es decir, que en contraposición a la reducida inversión inicial, los resultados pueden multiplicarse notablemente tanto positiva como negativamente.

2. SWAP O PERMUTA FINANCIERA

2.1. Concepto - operativa

Los SWAPS o contratos de permuta financiera, forman parte de la categoría de derivados financieros. Son instrumentos personalizados en los que se establece un intercambio periódico de cash flows. Los swaps más comúnmente utilizados aquellos cuyos activos subyacentes son tasas de interés (“plain vanilla”) o monedas³.

Una permuta financiera o swap⁴ es un contrato entre dos partes para intercambiar una secuencia de cash flows durante un periodo prefijado de tiempo. Habitualmente, desde el inicio de la suscripción del producto, al menos una de las series de cash flows se establece de acuerdo con una variable incierta, como una tasa de interés, una tasa de cambio, precio de materias primas, etc.⁵

La primera permuta financiera de tipos de interés se produjo entre IBM y el Banco Mundial en 1981. Comenzó siendo un producto reservado grandes compañías, instituciones financieras y brokers, dado que son productos comercializados “*over the counter*” (OTC)⁶ pero en la actualidad, es un producto que se comercializa también a PYMES e incluso a personas físicas.

Las principales características que definen un contrato swap se pueden resumir en las siguientes:

- Son contratos no estandarizados, personalizables. En principio, se negocian sus elementos esenciales, precio, nocional y plazo.

² <http://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/que-son-los-derivados-financieros>, El Blog Salmón. “¿Qué son los derivados financieros?” 25 de marzo de 2009 (última visita 25/07/2015).

³ <http://www.sbs.gob.pe/principal/categoria/tipos-de-instrumentos-derivados/2380/c-2380>. “Tipos de Instrumentos Financieros” (última visita 31/05/15).

⁴ Swap: etimológicamente intercambio.

⁵ <http://www.investopedia.com/articles/optioninvestor/07/swaps.asp>. Investopedia, “An Introduction to Swaps”, 01/07/15, McCaffrey Michael (última visita 31/05/15).

⁶ Over the counter (OTC): productos comercializados fuera del mercado bursátil.

- Se suscriben para gestionar el riesgo debido a la incertidumbre de tipos de interés, precios de mercancías, tipos de cambio, etc.
- Incluyen múltiples pagos.
- El valor del swap al inicio del contrato es cero.
- Pueden establecerse de modo que ambas partes paguen en función del movimiento de precios del activo subyacente.
- Se establece un calendario de pagos, en los que se producen sucesivas liquidaciones a favor de una u otra parte.
- Son productos negociados OTC, sometidos a riesgo subjetivo.

2.2. Objeto de estudio

En palabras de Regadero Sáenz, *“este tipo de productos han pasado totalmente desapercibidos para la mayoría del público hasta el 2007, a las puertas de la crisis, momento en que se han comercializado de forma masiva”*⁷. En una época caracterizada por la continua subida de los tipos de interés, derivada de un Euríbor al alza, la gran mayoría de los productos financieros se veían gravemente afectados, encareciéndose hasta niveles preocupantes.

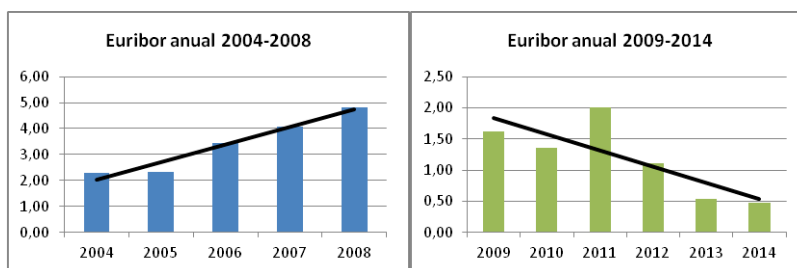


Figura 1. Tendencia Euríbor anual 2004-2014. Elaboración propia. Fuente INE.⁸

Una vez suscritos los contratos con productos derivados y dada la fuerte bajada que experimentaron los tipos de interés, como se observa en la *Fig. 1*, los clientes son incapaces de hacer frente a sus obligaciones con las entidades financieras, momento en el cual, entra en juego la jurisdicción civil.

Así una cuestión, hasta ese momento novedosa, comienza a ser un tema habitual en nuestros tribunales. *“En menos de un par de años un contrato bancario sólo conocido en España por sectores muy concretos de la doctrina mercantilista, altamente especializada en Derecho bancario transnacional de origen internacional y con nula praxis jurisprudencial, ha pasado a presentar un nivel de litigiosidad desconocido y a convertirse en la estrella de los contenciosos en materia de Derecho bancario”*⁹.

⁷ “El consentimiento en los contratos bancarios complejos” José Manuel Regadera Sáenz, Magistrado de la Audiencia Provincial de Barcelona

⁸ <http://www.ine.es>. Instituto Nacional de Estadística (última visita 23/07/15)

⁹ Sentencia Nº 291/2011, Sección Cuarta de la Audiencia Provincial de Tenerife, de 21 de septiembre de 2011

“Los contratos de permuta financiera han adquirido un protagonismo litigioso porque se ha desnaturalizado su concepción original, ya que el swap era una figura que se utilizaba como instrumento de reestructuración financiera de grandes empresas o como cobertura de las relaciones económicas entre éstas y organismos internacionales, mientras que de unos años a esta parte ha pasado a ser comercializada de forma masiva entre clientes minoristas, fundamentalmente entre personas físicas y pequeñas y medianas empresas.”¹⁰

Las primeras sentencias, en torno a 2011, ofrecían las primeras definiciones de los productos financieros, las permutas, etc. como por ejemplo la Audiencia Provincial de Burgos de 16 de abril de 2012.

La complejidad de estos productos ha sido reconocida ampliamente por la jurisprudencia, puesto que *“la simple lectura de muchos clausulados no siempre deja al intérprete esa sensación, obligando a un análisis detenido, a desbrozar la redacción y tratar de asimilar conceptos técnicos o expresiones de difícil aprehensión”* (Sentencia Nº 127/2015 de la Audiencia Provincial de Islas Baleares, Sección Quinta, de 29 de mayo de 2015).

La Ley 24/1988 de 28 de julio del Mercado de considera estos contratos, productos financieros complejos. Y así lo refrendan sentencias de la mayoría de las Audiencias. Dicha complejidad ha sido incluso reconocida por el Tribunal de Justicia de la Unión Europea en su Sentencia de 30 de mayo de 2013.

2.3. Los Swap en los Tribunales

Ante los tribunales, la mayoría de demandas se han interpuesto con base en los vicios de consentimiento (error y dolo) y en un número notablemente inferior con base a la nulidad de los contratos.

La amplia mayoría solicitan la reintegración económica derivada de la suscripción de estos contratos de conformidad con la previsión legal de los artículos 1265 y 1266 de nuestro Código Civil, al entender que el consentimiento en la contratación estaba viciado.

Uno de los motivos comúnmente alegados por los demandantes en los múltiples litigios suscitados, es la comercialización incorrecta de los contratos de permuta financiera como contratos de seguros de tipos de interés. Entre otras sentencias que contemplan esta posibilidad, la Sentencia 219/2013 del Juzgado de Primera Instancia Nº 4 de Burgos de 5 de diciembre de 2013 *“(...) no podemos concluir que se informara al cliente de la forma correcta porque realmente no se le ofreció un producto de inversión como realmente es el producto que nos ocupa, sino una cobertura de tipo de interés en una situación de posible previsión alcista de estos productos. Ciertamente nos encontramos ante una persona jurídica, pero al mismo se le ofrece un producto de inversión bajo la apariencia de una cobertura de tipo de interés con el fin de protegerse frente a las fluctuaciones alcistas del tipo de interés, sin que conste que se le informara sobre la previsión de evolución de tipos de interés (...)”*. Y la posterior Sentencia 116/2014 de la Audiencia Provincial de Burgos, Sección Tercera, de 28 de abril de 2014 *“(...) si el banco trasladó este conocimiento equivocado de las características del producto al cliente forzoso es reconocer que le informó mal, y que contribuyó a que el cliente se hiciese una equivocada contemplación del producto (...)”*.

¹⁰ Sentencia Nº 153/2012 de la Sección Tercera de la Audiencia Provincial de Córdoba, de 1 de junio de 2012.

2.3.1. La competencia objetiva

Una de las cuestiones procesales no pacífica en el contexto de los derivados financieros, es la de la determinación de la competencia entre los diferentes órganos judiciales. Así en el caso de la competencia¹¹, la cuestión se centra en determinar si la competencia viene atribuida a los Juzgados de Primera Instancia o si por el contrario viene atribuida a los Juzgados especializados de lo Mercantil.

Tradicionalmente los Juzgados de Primera Instancia han conocido en el ámbito civil de aquellos asuntos que no han sido atribuidos por la Ley Rituaria a otros juzgados o tribunales, los asuntos de jurisdicción voluntaria, los recursos frente a resoluciones provenientes de los Juzgados de Paz, cuestiones de competencia entre Juzgados de Paz y de la ejecución de determinadas resoluciones.

Por su lado, los Juzgados de lo Mercantil, fueron introducidos en 2003 con vocación de juzgados especializados que conocen de forma exclusiva de todos aquellos litigios que se promuevan sobre la marca comunitaria, sobre los dibujos y modelos comunitarios además de cuantas cuestiones se susciten en el ámbito concursal y una serie de materias tasadas, entre las cuales “*las acciones relativas a condiciones generales de la contratación en los casos previstos en la legislación sobre esta materia*”.

La doctrina no es pacífica en este punto. La gran mayoría de demandas se plantean en los Juzgados de Primera Instancia siendo escasos los procedimientos que son enjuiciados en los Juzgados mercantiles. Sin embargo el espíritu de la Ley Orgánica 8/2003 de 9 de julio, para la Reforma Concursal, que instauraba los Juzgados de lo Mercantil contenida en su Exposición de Motivos parece más partidaria de la atribución a favor de estos juzgados especializados.

La Ley Orgánica del Poder Judicial no descarta ninguna de las dos posibilidades, pero teniendo en cuenta la Exposición de Motivos referida, podría ser más que asumible que ésta fuera competencia exclusiva y excluyente de los Juzgados de lo Mercantil, dada la complejidad técnica de los productos derivados, y específicamente de los Swap. Siempre y cuando en un partido judicial exista un Juzgado especializado, es más recomendable, que por la novedad y la falta de información sobre estos productos, fuera éste el competente pues aún cuando en un primer momento existía cierto desconocimiento en la materia, la formación y especialización de base de estos Juzgados es mucho más amplia y está estrechamente interconectada con el ámbito financiero y bancario. No se trata tanto de una cuestión de reparto de asuntos en términos de descongestión procesal, sino de un principio de economía procesal y de especificidad.

2.3.2. La competencia territorial

La competencia territorial¹², determina el Juzgado que será responsable de un asunto en función del lugar. Se trata de un reparto entre Juzgados de la misma instancia y el mismo orden pero entre diferentes partidos judiciales.

Cuando la demandada sea una persona jurídica, es de aplicación el fuero general de las personas jurídicas y entes sin personalidad en los siguientes términos, salvo previsión legal expresa:

¹¹ De conformidad con el artículo 85 Ley Enjuiciamiento Civil.

¹² Regidos por los artículos 50 y siguientes de la Ley de Enjuiciamiento Civil.

- Se demandará a las personas jurídicas en el lugar de su domicilio. También podrán ser demandadas en el lugar donde tengan un establecimiento o representante autorizado en el que haya surgido la relación jurídica del litigio o donde deba surgir efecto.
- Los entes sin personalidad serán demandados en el domicilio de quienes realicen las tareas de gestión o donde estos entes realicen su actividad.

En una serie de casos especiales, no se aplican los fueros establecidos con carácter general, *“en los procesos en que se ejerciten acciones para que se declare la no incorporación al contrato o la nulidad de las cláusulas de condiciones generales de la contratación, será competente el tribunal del domicilio del demandante. Y, sobre esa misma materia, cuando se ejerciten las acciones declarativa, de cesación o de retractación, será competente el tribunal del lugar donde el demandado tenga su establecimiento y, a falta de éste, el de su domicilio; y si el demandado careciere de domicilio en el territorio español, el del lugar en que se hubiera realizado la adhesión”*.

La gran mayoría de procedimientos son iniciados en el partido judicial del lugar en el que fueron suscritos los contratos de permuta, así el Tribunal Supremo entiende que de no admitirse esta posibilidad se vulneraría irremediabilmente el derecho a la tutela judicial efectiva del demandante.

2.3.3. La prueba

El proceso probatorio gana protagonismo en un ámbito en el que un alto porcentaje de los procedimientos encuentran su fundamentación en la apreciación de error en el consentimiento. Para lograr una prueba coherente, consistente y concluyente es preciso tener en cuenta cuáles son los requisitos exigidos por nuestro sistema para la apreciación del error y las consecuencias que de ello se derivan. El concepto tradicional de error se aprecia cuando *“la voluntad del contratante se forma a partir de una creencia inexacta”*.¹³

Los requisitos establecidos por el Código Civil y concretados por la jurisprudencia para que concurra error, son tres:

- **Esencialidad:** es decir, *“deberá recaer sobre la sustancia de la cosa que fuere objeto del contrato, o sobre aquellas condiciones de la misma que principalmente hubiesen dado motivo a celebrarlo”* (primer apartado del art. 1266 C.c.).

Exigida por la jurisprudencia específicamente en el caso de las permutas financieras por las sentencias STS 15 de noviembre de 2012, STS 21 de noviembre de 2011, STS 29 octubre de 2013 y más reciente STS 20 de enero de 2014.

- **Excusabilidad:** esto es, que a pesar de la diligencia del contratante, el consentimiento se haya visto viciado sin poder imputarse culpa alguna al contratante. Como ya apuntaba la STS de 14 de junio de 1943 *“aún cuando el Código civil patrio no establece expresamente el requisito de que el error sea excusable, hay que entender, con nutrida doctrina científica, que un error que se*

¹³ STS 114/1985 de 18 de febrero, STS 295/1994 de 29 de marzo, STS 756/1996 de 28 de septiembre, STS 434/1997 de 21 de mayo, STS 695/2010 de 12 de noviembre, entre otras.

haya podido evitar con una regular diligencia no puede ser invocado por el que haya incurrido en él para anular la declaración”.

- **Causalidad:** que exista una relación entre el consentimiento erróneamente prestado y la finalidad que se pretendía con el contrato celebrado.

La esencialidad puede observarse en la oferta del producto bajo una denominación diferente, como por ejemplo bajo la apariencia de un seguro o de un producto de cobertura frente a las futuribles oscilaciones de tipos, inflación, precios de commodities, etc.

Habrà de probarse si es razonable que el cliente *“terminara creyendo que sólo había beneficios en el contrato pero no liquidaciones perjudiciales, o si era imaginable con la información ofrecida, que éstas fueran a alcanzar cifras como las que finalmente presentaron”*¹⁴

Los diversos tribunales entienden que la comprensión de la esencia de este tipo de contratos precisa de explicaciones adicionales además de la simple lectura. En este punto son fundamentales las fases precontractuales y el proceso de comercialización de la entidad bancaria. De que la información ofrecida en estas fases sea completa, depende que pueda o no acogerse la teoría del error de consentimiento.

La información precontractual es básica y de vital importancia en los contratos de carácter especulativo, se trata de garantizar *“que se asimila en qué consiste la naturaleza del mismo, cómo opera, cuáles son las obligaciones recíprocas, sus riesgos y costes”*¹⁵ como así han recogido las diferentes Audiencias Provinciales.

Para acreditar que el error ha tenido un carácter esencial, se ha empleado habitualmente el interrogatorio de los empleados de las entidades financieras para contrastar cómo fue la fase precontractual y el modo en el que se comercializaba el producto concreto objeto de litigio.

El testimonio del demandante también puede ser una pieza fundamental durante la vista oral, puesto que puede ser cuestionado sobre sus conocimientos, comprensión del producto, forma de comercialización, etc.

Acreditar el perfil conservador de los contratantes es habitualmente otro argumento para justificar la concurrencia de error en el consentimiento. Se trata de demostrar que los clientes, de haber conocido perfectamente los riesgos y operativa del producto, nunca hubieran contratado. La falta de información o la deficiente comercialización de este tipo de contratos, pueden llegar a provocar que el cliente no logre hacerse una representación cabal y precisa de qué se contrataba, y sobre todo, los riesgos y costes que comportaban.

En el caso de las permutas financieras, se trata de conocer la situación del cliente durante la contratación, si se informó correctamente, si realizó determinadas labores de estudio sobre el producto a suscribir.

¹⁴ SAP Nº 127 de la Sección Quinta de Palma de Mallorca, 29 de mayo de 2015.

¹⁵ SAP Zaragoza, Sección Quinta de 26 de octubre de 2010; SAP de Lugo, Sección Primera de 5 de julio de 2012; SAP Sevilla, Sección Sexta de 18 de julio de 2012; SAP Jaén, Sección Primera de 19 de febrero de 2014; SAP Salamanca, Sección Primera de 25 de marzo de 2014; SAP Asturias, Sección Séptima de 26 de septiembre de 2011; SAP Córdoba, Sección Primera de 30 de enero de 2013 o SAP Madrid, Sección Primera de 17 de enero de 2014.

2.4. Conclusión

Los productos financieros derivados, como los contratos Swap, se convierten en objeto litigioso como consecuencia de su masiva colocación en el mercado generalista. Estos productos son ofrecidos a clientes sin experiencia en el sector o sin suficientes conocimientos como para comprender el funcionamiento y los riesgos que éstos conllevan. Con independencia del momento en que se detectan sus efectos perniciosos, llegan a los juzgados y tribunales de forma abundante. Son un producto novedoso, un objeto de litigio que poco a poco deja de ser desconocido pero del que han de observarse una serie de especialidades procesales. Es precisamente, a través del estudio de los primeros casos y de la evolución que han tenido en los últimos años cuando pueden observarse las características específicas que los identifican y que a día de hoy siguen sin estar resueltas en todos los ámbitos.

REFERENCIAS

- [1] <http://www.expansion.com/diccionario-economico/derivados.html>. Expansión, “Derivados”, López Domínguez, Ignacio (última visita 25/07/15).
- [2] <http://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/que-son-los-derivados-financieros>, El Blog Salmón. “¿Qué son los derivados financieros?” 25 de marzo de 2009 (última visita 25/07/2015).
- [3] <http://www.cnmv.es/portal/inversor/Derivados.aspx>, Comisión Nacional del Mercado de Valores, “Productos Derivados” (última visita 24/08/15).
- [4] <http://www.sbs.gob.pe/principal/categoria/tipos-de-instrumentos-derivados/2380/c-2380>. “Tipos de Instrumentos Financieros” (última visita 31/05/15)
- [5] <http://www.investopedia.com/articles/optioninvestor/07/swaps.asp>. Investopedia, “An
- [6] “El consentimiento en los contratos bancarios complejos” José Manuel Regadera Sáenz, Magistrado de la Audiencia Provincial de Barcelona.
- [7] <http://www.ine.es>. Instituto Nacional de Estadística (última visita 23/07/15)
- [8] Sentencia 291/2011, Sección Cuarta de la Audiencia Provincial de Tenerife, de 21 de septiembre de 2011
- [9] Sentencia 153/2012 de la Sección Tercera de la Audiencia Provincial de Córdoba, de 1 de junio de 2012.
- [10] Sentencia de la Audiencia Provincial de Burgos de 16 de abril de 2012.
- [11] Sentencia 27/2015 de la Audiencia Provincial de Islas Baleares, Sección Quinta, de 29 de mayo de 2015
- [12] La Ley 24/1988 de 28 de julio del Mercado.
- [13] Sentencia del Tribunal de Justicia de la Unión Europea de 30 de mayo de 2013.
- [14] Código Civil de 24 de julio de 1889.
- [15] Sentencia 219/2013 del Juzgado de Primera Instancia Nº 4 de Burgos de 5 de diciembre de 2013
- [16] Sentencia 116/2014 de la Audiencia Provincial de Burgos, Sección Tercera, de 28 de abril de 2014
- [17] Ley Orgánica 6/1985 del Poder Judicial de 6 de julio.

-
- [18] Ley 1/2000 de 7 de enero de Enjuiciamiento Civil.
- [19] Ley Orgánica 8/2003 de 9 de julio, para la Reforma Concursal.
- [20] Sentencia del Tribunal Supremo (STS) 15 de noviembre de 2012, STS 21 de noviembre de 2011, STS 29 octubre de 2013 y más reciente STS 20 de enero de 2014.
- [21] STS 114/1985 de 18 de febrero, STS 295/1994 de 29 de marzo, STS 756/1996 de 28 de septiembre, STS 434/1997 de 21 de mayo, STS 695/2010 de 12 de noviembre, entre otras.
- [22] Sentencia de la Audiencia Provincial (SAP) N° 127 de la Sección Quinta de Palma de Mallorca, 29 de mayo de 2015.
- [23] SAP Zaragoza, Sección Quinta de 26 de octubre de 2010; SAP de Lugo, Sección Primera de 5 de julio de 2012; SAP Sevilla, Sección Sexta de 18 de julio de 2012; SAP Jaén, Sección Primera de 19 de febrero de 2014; SAP Salamanca, Sección Primera de 25 de marzo de 2014; SAP Asturias, Sección Séptima de 26 de septiembre de 2011; SAP Córdoba, Sección Primera de 30 de enero de 2013 o SAP Madrid, Sección Primera de 17 de enero de 2014.

UNDÉCIMA SESIÓN

TERESA RODRÍGUEZ CACHÓN

“¿Cumplir lo no adecuado o no cumplir lo adecuado? Esa es la cuestión. Análisis del Código de Conducta sobre Buenas Prácticas Comerciales del mercado agroalimentario europeo desde la perspectiva del soft law y de la teoría de juegos”

PATRICIA GONZÁLEZ GARCÍA

“Supervivencia de listeria monocytogenes en queso bajo diferentes condiciones de almacenamiento”

ALBERTO SAN MARTÍN ZAPATERO

“Talleres educativos en Atapuerca: un modelo adaptado al currículo escolar”

MARTA MARTY RODA

“Understanding DNA hairpins opening rates by mesoscopic model”

REBECA GUTIÉRREZ MANJÓN

“Evaluación del estado nutricional durante el estirón puberal”

**¿CUMPLIR LO NO ADECUADO O NO CUMPLIR LO ADECUADO?
ESA ES LA CUESTIÓN.
ANÁLISIS DEL CÓDIGO DE CONDUCTA SOBRE
BUENAS PRÁCTICAS COMERCIALES DEL MERCADO
AGROALIMENTARIO EUROPEO DESDE LA PERSPECTIVA DEL
SOFT LAW Y DE LA TEORÍA DE JUEGOS**

TERESA RODRÍGUEZ CACHÓN

*Doctorando del Programa “Ciencias Jurídicas, Económicas y Sociales”
Universidad de Burgos*

RESUMEN

Un área de la sensibilidad y la posición estratégica de la alimentación precisa de una configuración normativa a la altura de los intereses, tanto públicos como privados, que proteje. A tal fin se han embarcado instituciones españolas y comunitarias. Destaca sobre todas ellas el Código de Conducta sobre Buenas Prácticas Comerciales del Mercado Agroalimentario Europeo, redactado en el seno de la Iniciativa de la Cadena de Suministro y bajo el auspicio de la Comisión Europea. El objetivo de la presente comunicación es el examen del citado Código desde una doble perspectiva: por un lado, como instrumento propio del *soft law* y, por otro, como contexto sobre el que aplicar las herramientas de análisis que ofrece la teoría de juegos.

Palabras clave: Cadena alimentaria, códigos de conducta, *soft law*, teoría de juegos.

ABSTRACT

Such sensitivity and strategic position area is alimentation that requires legislation at the level of the public and private interests that protects. To this end, both Spanish and EU institutions have taken initiatives. It stands above all the Code of Conduct on Good Business Practices of the European food supply chain, drawn up within the Initiative Supply Chain under the auspices of the European Commission. The purpose of this communication is the examination of the Code from two perspectives: first, as a typical instrument of soft law and, secondly, as a situation on which it is interesting applying game theory tools.

Keywords: Food supply chain, codes of conduct, soft law, game theory.

1. LA INICIATIVA DE LA CADENA DE SUMINISTRO Y SU CÓDIGO DE CONDUCTA SOBRE BUENAS PRÁCTICAS COMERCIALES DEL MERCADO AGROALIMENTARIO EUROPEO

La alimentación representa una necesidad primaria, permanente e inaplazable del ser humano, débilmente comprimible y débilmente ampliable¹, a cuya protección apelan directamente los artículos 43 y 51 de la Constitución española. Asimismo y a pesar de las reservas que en la actualidad se han de tener al respecto², resulta relativamente más gravosa a medida que disminuye el nivel adquisitivo, por lo que la exigencia de apoyo y atención preferente a cualquier cuestión al respecto resulta ampliamente justificada³.

Las bruscas alzas y bajadas que los precios de los productos básicos agrícolas han experimentado en los últimos tiempos y su efecto retardado sobre los precios de

¹ FROMONT, Pierre, 1961, p. 18. Si bien, puntualiza FROMONT (p. 25) que «la influencia ejercida por la actividad mental del hombre sobre las necesidades originariamente de carácter fisiológico se revela en la agricultura como generadora de fenómenos contradictorios, ya que introduce elementos de elasticidad al mismo tiempo que factores de rigidez».

² La elasticidad-renta de la demanda mide, *ceteris paribus*, el grado en que la cantidad demandada de un determinado bien responde ante una variación en la renta del consumidor. La relación entre ambas magnitudes, cuya representación gráfica se conoce como curva de ENGEL, divide a los bienes en, por un lado, bienes normales, siendo aquellos cuya demanda varía de forma directa en relación a una variación de la renta del consumidor, es decir, cuya elasticidad-renta de su demanda es mayor que cero, y, por otro, bienes inferiores, cuya demanda varía de forma inversa respecto a variaciones en la renta del consumidor, esto es, cuya elasticidad-renta de su demanda es negativa. En relación a los bienes normales cabe hacer una subdivisión en función del valor de su elasticidad. Los bienes normales serán de primera necesidad si el valor de la elasticidad-renta de su demanda se sitúa entre cero y la unidad, esto es, bienes cuya demanda es inelástica, mientras que serán bienes de lujo o superiores aquellos cuya elasticidad-renta de su demanda esté por encima de uno, es decir, cuya demanda es elástica. En 1857 Ernest ENGEL demostró empíricamente que los alimentos son, en este sentido, bienes de primera necesidad, pues la proporción de renta de las familias gastada en alimentación (proporción, que no valor absoluto) disminuye según aumenta la renta o, expresado en términos de elasticidad, que a partir de un cierto nivel de renta, la elasticidad de la demanda de productos alimenticios es menor que la unidad, pudiendo llegar a hacerse negativa, lo que comúnmente se conoce como ley de ENGEL. De esta forma, ENGEL entendía que la proporción de renta familiar gastada en alimentación es un buen indicativo de la situación económica de un país: a mayor proporción, menos desarrollado es un país. Y así, tradicionalmente se ha afirmado que la protección del sector alimentario repercute directamente tanto en los países menos desarrollados como en los sectores más vulnerables de la sociedad. No obstante, el profesor CARROZZA, en 1995, en su comunicación *Reflexiones en torno al concepto de producto agrario* pronunciada en el VII Congreso Internacional Argentino de Derecho Agrario, celebrado en Rosario y Santa Fe (Argentina) bajo el *leitmotiv* de “Productos Agrícolas y Mercado”, se posicionó en contra de la excesiva sintetización que supone la simple afirmación, sin matización alguna, relativa a la condición de los alimentos como bienes de primera necesidad o de demanda inelástica. CARROZZA diferencia tres tipos de bienes alimentarios: i) aquellos que satisfacen necesidades esenciales, como por ejemplo el trigo, cuya demanda es inelástica; ii) aquellos que satisfacen necesidades de alimentación voluntaria, como por ejemplo la fruta, cuya demanda es elástica; y iii) aquellos que constituyen la materia prima para las industrias de transformación, cuya elasticidad dependerá de los caracteres económicos del productos transformado final, si bien su elasticidad es prevalente. A más abundamiento, la elasticidad de cada uno de estos tres tipos de bienes se verá igualmente afectada por la calidad de los mismos (piénsese, por ejemplo, en trigo cultivado con pesticidas frente al trigo de cultivo ecológico). De todo esto, concluye CARROZZA que la Ley de ENGEL, al menos en relación a los bienes alimentarios, constituye más bien un argumento histórico que económico.

³ BALLARÍN MARCIAL, Alberto, 2007, p. 36-37.

los alimentos han suscitado inquietudes entre los participantes en los mercados alimentarios y las autoridades políticas acerca del funcionamiento de la cadena alimentaria, especialmente en relación a las asimetrías en el poder de negociación entre sus operadores y a las distorsiones que esta situación produce en la formación de precios⁴.

Como premisa de partida, hemos de tener muy presente que la cadena de valor alimentaria conecta tres sectores muy diversos entre sí, la agricultura, la industria de transformación de alimentos y la distribución, estando, a su vez, cada uno de ellos limitados por su propia idiosincrasia. Por tanto, se hace imprescindible atajar su regulación desde una perspectiva holística que alcance a todos los agentes que se interrelacionan a lo largo de su cadena de valor⁵.

A la tarea de abordar la configuración de una normativa que dé una respuesta apropiada a las peculiares características del mercado alimentario se han encaminado tanto autoridades españolas como comunitarias. Nos centraremos en el análisis de una iniciativa muy concreta auspiciada por la Comisión Europea en 2010: el documento «Relaciones verticales en la cadena alimentaria: Principios de buenas prácticas»⁶ que ha venido a conformar una suerte de Código de Conducta sobre Buenas Prácticas Comerciales del Mercado Agroalimentario Europeo (en adelante, el Código de Conducta).

Este Código de Conducta supone la cristalización del resultado del proceso de discusión llevado a cabo en el seno de «la Iniciativa de la Cadena de Suministro» («the Supply Chain Initiative»)⁷, iniciativa lanzada por 7 asociaciones relacionadas con el sector alimentario a nivel de la Unión Europea con el objetivo de aumentar la equidad en las relaciones comerciales a lo largo de la cadena de suministro de alimentos mediante la promoción de prácticas comerciales justas como base para las relaciones comerciales.

El citado documento, tras la exposición de una serie de principios de comportamiento que han de regir toda relación comercial entre empresas⁸, ilustra con ejemplos diversas prácticas comerciales tenidas por justas e injustas en el sector alimentario. Este documento ha resultado fundamental en el devenir del sector, pues ha supuesto la plasmación del deseo de la Comisión de crear un código de conducta de adhesión voluntaria sobre buenas prácticas comerciales en el sector alimentario europeo como

⁴ Comunicación de la Comisión Europea «Mejorar el funcionamiento de la cadena alimentaria en Europa» COM(2009) 591 final.

⁵ Preámbulo de la Ley 12/2013, de 2 de agosto, de medidas para mejorar el funcionamiento de la cadena alimentaria.

⁶ Documento de 29 de noviembre de 2011, disponible en: <http://goo.gl/Lt8Mbm>

⁷ <http://www.supplychaininitiative.eu/>.

Detrás de esta iniciativa se encuentran 7 asociaciones de nivel comunitario que representan a la industria de alimentos y bebidas (*FoodDrinkEurope*), a los fabricantes de productos de marca (AIM), el sector minorista (la *European Retail Round Table*, ERRT), EuroCommerce, EuroCoop, Independiente Retail Europa y comerciantes agrícolas (CELCAA), si bien el documento «Relaciones verticales en la cadena alimentaria: Principios de buenas prácticas» es firmado por un número mayor de entes, un total de 11 asociaciones que son, a su vez, miembros de la plataforma vinculada al Foro de Alto Nivel sobre la Mejora del Funcionamiento de la Cadena Alimentaria, órgano (ya extinto) creado por la Comisión Europea con el objetivo de trabajar sobre prácticas contractuales entre empresas en la cadena de suministro de alimentos (*B2B platform*).

⁸ Estos principios son siete: acuerdos escritos, previsibilidad, cumplimiento, información, confidencialidad, responsabilidad por los propios riesgos empresariales y exigencias lícitas.

instrumento de regulación de mismo, con el objetivo de que incentive un cambio de cultura empresarial tal que finalmente sean los propios intervinientes en la cadena alimentaria quienes, *de facto*, excluyan del tráfico a quienes de forma reiterada operen de forma contraria a los principios en él consignados.

Una vez planteada la situación de la que nace la Iniciativa de la Cadena de Suministro y su Código de Conducta, nos planteamos analizarlo desde dos puntos de vista diversos pero que, en esencia, sacan a la luz la misma realidad subyacente: el primero de ellos lo constituye el examen de la utilidad y pertinencia en relación a las características concretas del sector agroalimentario europeo de la opción legislativa expuesta, un código de buenas prácticas de adhesión voluntaria, tipo de regulación encuadrada dentro de los instrumentos conocidos como *soft law*⁹; y desde la segunda perspectiva lo analizaremos bajo el prisma de la teoría de juegos, tratando así que examinar la conveniencia para cada uno de los operadores adheridos al Código de Conducta de formar parte del mismo y de cumplir o infringir su contenido.

2. ANÁLISIS DEL CÓDIGO DE CONDUCTA SOBRE BUENAS PRÁCTICAS COMERCIALES DEL MERCADO AGROALIMENTARIO EUROPEO DESDE LA PERSPECTIVA DEL *SOFT LAW*

No obstante lo habitual de su uso, la expresión *soft law* no ha encontrado un significado unívoco entre la doctrina¹⁰. El empleo más habitual del término hace referencia a un conglomerado de instrumentos legales entre los que dos notas son comunes, a saber, el carácter jurídicamente no vinculante y, sin embargo, una cierta relevancia jurídica¹¹.

En efecto, mediante este tipo de opción legislativa conocida como *soft law*, son los propios interesados o *stakeholders* de un determinado sector los detentadores de la capacidad de “producir” o “crear” las normas que están llamadas a regir sus relaciones en virtud de una suerte de delegación normativa¹². De este modo se pretende lograr el mayor grado de sintonía posible entre una determinada norma y las exigencias reales del sector que regula, entendiendo que solo de esta forma se logrará que la norma sea verdaderamente eficaz. Sin embargo, no es posible reconducir el *soft law* a una sola

⁹ Esta es la denominación original inglesa para hacer referencia a este tipo de regulación, la que optamos por utilizar preferentemente. No obstante, también es habitual encontrar denominaciones tales como «auto-regulación», regulación «auto-otorgada» o «co-regulación». Se contraponen a los instrumentos calificados como *hard law*.

Este tipo de instrumentos de *soft law* son en la actualidad ampliamente promovidos desde instancias comunitarias a través de, entre otros, su programa Europa Horizonte 2020.

¹⁰ Resulta comúnmente atribuida la paternidad del término *soft law* a Lord McNAIR, a pesar de que no utilizó nunca explícitamente. Para ello, ver DUPUY, R.J., 1977. “Declaratory Law and Programmatic Law: From Revolutionary Custom to Soft Law”, en R. AKKERMAN *et al.* (eds), *Declarations of Principles. A Quest for Universal Peace*. Leiden: Sijthoff, citado por TERPAN, Fabien, 2014, p. 72.

¹¹ MAZUELOS BELLIDO, Ángeles, 2004, p. 2

¹² Stefano RODOTÀ (REAL PÉREZ, Alicia (coord.), 2010, p. 22: «Se ha hecho evidente, con carácter general, que la regla jurídica flexible, experimental, homeostática, es realmente necesaria. A esto se añade la imprescindible adecuación y el necesario consenso. En otras palabras: se reclama la participación de los mismos sujetos a los que la regla debe ser aplicada. Cuando hablamos de adecuación, queremos decir que la regla jurídica debe de estar en sintonía con las exigencias del sector regulado, porque sólo de esta manera consigue ser concretamente eficaz. Y, para alcanzar este resultado resulta necesaria una participación de los representantes del mismo sector regulado, cuya conformidad se asegura así con carácter preventivo.»

fuerza ni a una sola tipología, pues de él emergen progresivamente distintos niveles de obligatoriedad, formal e informal¹³.

La creación de “derecho” con las notas propias del *soft law* es la única alternativa para actores no estatales, al carecer de capacidad para crear normas y obligaciones jurídicas internacionales cuando, sin embargo, aspiran a modificar el comportamiento de actores internacionales¹⁴. Por tanto, ante la ausencia de capacidad coercitiva, el impacto y la efectividad de este tipo de instrumentos dependen en gran medida de la propia voluntad de las partes a quienes vincula y de sus intereses en la observancia de tales normas.

En el nuevo contexto social y económico en el que nos encontramos, ha aumentado de peso y visibilidad la utilización del instrumento de *soft law* conocido como código¹⁵. Estos códigos, normalmente de adhesión voluntaria, son habitualmente elaborados por los propios sujetos cuyas relaciones aspiran a ser por él reguladas a través, de ordinario, de un contenido formulado en forma de principios y objetivos de carácter ciertamente abstracto y no de reglas detalladas y precisas. Tal es el caso del Código de Conducta que examinamos.

No obstante el apuntado carácter jurídicamente no vinculante de los instrumentos del *soft law* y, por ende, de los códigos de conducta, y la imposibilidad de exigir su cumplimiento coercitivamente, en ocasiones las previsiones en ellos contenidas devienen obligatorias en virtud de consentimiento expreso emitido por quien, voluntariamente, a él se adhiere. En estos casos, la posibilidad de exigencia de cumplimiento de las previsiones contenidas en un código de conducta descansa en la oponibilidad de las obligaciones libremente asumidas¹⁶.

Bajo las citadas premisas en que los instrumentos del *soft law* se desenvuelven y, en concreto, los códigos, hemos de plantearnos si la opción adoptada por la Iniciativa de la Cadena de Suministro referente a la adopción de un Código de Conducta para regular las relaciones comerciales entre los operadores de la cadena alimentaria europea resulta la más pertinente dadas las características de este sector. Nuestra intención no es analizar el contenido material del Código de Conducta sino tan solo examinar la idoneidad de este tipo de instrumentos normativos en relación al mercado alimentario.

La situación a la que nos enfrentamos es la siguiente: una cadena de valor que entrelaza tres sectores, el productor agrario, el industrial y la distribución. Con carácter general, el primero de estos sectores se ve afectado por un alto nivel de atomización y por una demanda altamente inelástica y estacional¹⁷, en el que mayorita-

¹³ Stefano RODOTÀ en REAL PÉREZ, Alicia (coord.), 2010, p. 23.

¹⁴ Stefano RODOTÀ (REAL PÉREZ, Alicia (coord.), 2010, p. 19-20) apunta que tras el fin de la soberanía concentrada que detenta el monopolio de producción normativa se encuentra la crisis del moderno y del Estado nacional, a la que se refiere con el sugestivo nombre de «la fine del territorio giacobino» (el ocaso de la era jacobina). Como consecuencia de ello, el sistema tradicional de fuentes cede progresivamente espacio a un modelo distinto, a un sistema que, en una primera aproximación, puede ser definido *multilevel* y *multistakeholder*; caracterizado por múltiples niveles de disciplina y por múltiples actores. Esta situación encaja como anillo al dedo a la realidad del sector alimentario.

¹⁵ Conocidos de muy diversas formas, entre otros, código de conducta, autonormativo, de autodisciplina, de autorregulación, éticos o deontológicos.

¹⁶ MAZUELOS BELLIDO, Ángeles, 2004, p. 15.

¹⁷ *Cfr.* matizaciones de la nota 2.

riamente se integran empresas de pequeña dimensión. Por su parte, la industria agroalimentaria está integrada principalmente por pequeñas y medianas empresas, junto con unos pocos grandes grupos industriales. El sector de la distribución alimentaria se encuentra dividido en dos tipos de canales de venta: un canal muy concentrado de empresas con superficies de venta de mediano y gran tamaño que ofertan una amplia gama de productos; y otro canal de venta muy especializado con superficies de venta de reducido tamaño, de tipo familiar, ubicadas en mercados municipales, galerías comerciales o instalaciones de venta propias¹⁸.

Y así, ante la gran diversidad de los actores que participan en el mercado alimentario y sus características tan heterogéneas, la reglamentación de sus relaciones mediante un código de conducta reduce considerablemente los costes de negociación y los de pérdida de soberanía, siendo estos últimos vitales en un área tan sensible y estratégica como es la alimentación¹⁹. Además, la maleabilidad que ofrece un código de conducta y su flexibilidad para adaptarse a una realidad voluble y en continuo movimiento –como es la realidad del mercado alimentario– permite centrarse en la profundización en labores de cooperación y dejar en un segundo plano los problemas derivados del cumplimiento forzoso²⁰. La velocidad a la que se producen las transacciones en este sector –tégase en cuenta que en muchas ocasiones se trata de productos perecederos– hace necesario que los instrumentos legales utilizados para reglar su funcionamiento sean capaces de adaptarse con rapidez a las circunstancias cambiantes del mercado²¹, incluso sin ulteriores intervenciones legislativas²².

Sin embargo, debido a la presencia de un elevado grado de conflicto entre las partes y, sobre todo, de importantes asimetrías en el poder de negociación –principal problema que azota el sector–, el riesgo de que la parte más fuerte en términos contractuales se valga de comportamientos oportunistas y los costes que ello acarrearía lastran significativamente las ventajas mencionadas sobre el uso de códigos de conducta²³. A más abundamiento, esta situación de desequilibrio contractual puede producir desajustes no solo en la aplicación del Código de Conducta sino también, y principalmente, puede sesgar la propia configuración del mismo.

¹⁸ Esta descripción de la configuración del mercado alimentario ha sido extraída del Preámbulo de la Ley 12/2013, de 2 de agosto, de medidas para mejorar el funcionamiento de la cadena alimentaria, por tanto, si bien esta exposición corresponde propiamente a la situación de la cadena alimentaria española, los problemas de los que adolece este mercado a nivel europeo son, en esencia, los mismos, por lo que resulta factible extrapolar sus características a nivel comunitario.

¹⁹ SHAFFER, Gregory C. y POLLACK, Mark A., 2010, p. 719.

²⁰ TRUBEK, David M. & TRUBEK, Louise G., 2005. *Hard and Soft Law in the Construction of Social Europe: The Role of the Open Method of Co-ordination*, L.J. 343, 353, citado por SHAFFER, Gregory C. y POLLACK, Mark A., 2010, p. 721, nota 37.

²¹ SHAFFER, Gregory C. y POLLACK, Mark A., 2010, p. 719.

²² RODOTÀ, Stefano, en REAL PÉREZ, Alicia (coord.), 2010, p. 21: «Pese a que no se pueda decir que el sistema jurídico en su totalidad se haya «flexibilizado», sí es cierto que se manifiesta una fuerte tendencia hacia un Derecho «homeostático», capaz de adaptarse al variar de las situaciones sin necesidad de ulteriores intervenciones legislativas, ya sea en la dimensión diacrónica (cambios producidos por el transcurrir del tiempo), ya sea en la sincrónica (aplicación de la norma en contextos distintos dentro del mismo Estado, motivados por la necesidad de tener en cuenta, por ejemplo, factores de diversidad y de exigencia de pluralismo).»

²³ SHAFFER, Gregory C. y POLLACK, Mark A., 2010, p. 718.

En efecto, hasta aquí hemos analizado el Código de Conducta como un producto neutral, imparcial, como una suerte de conjunto normativo que resulta de aplicación a unos determinados operadores del mercado alimentario en cuya conformación todos participan y lo hacen en igualdad de condiciones y sin temor a sufrir represalias de ningún tipo por la defensa de sus intereses o por la puesta en conocimiento de la autoridad encargada de la gobernanza interna de la existencia de comportamientos desleales por alguna de las partes adheridas pero, lamentablemente, esta situación no se ajusta a la realidad. Tan importante como el resultado final que conforma todo código de conducta es el proceso de redacción del mismo (proceso en ocasiones en absoluto incólume o expedito) durante el que aquellos grupos con mayor capacidad de presión como consecuencia de su mejor organización o de su mayor peso específico —a imagen y semejanza de *lobbies* en la tramitación normativa al uso— pueden llegar a configurarlo de tal forma que responda en mayor medida a sus propias necesidades que a las del sector en su conjunto.

Por este motivo, no todas las asociaciones de interesados han suscrito el Código de Conducta sobre Buenas Prácticas Comerciales del Mercado Agroalimentario Europeo. En particular, los representantes de los productores primarios (agricultores) y la industria de transformación cárnica, aun estando de acuerdo con los principios, expresan reservas por el hecho de que no se prevea un control del cumplimiento independiente y eficaz en la Iniciativa de la Cadena de Suministro ni se atienda suficientemente al factor miedo en lo que respecta a los socios comerciales económicamente dependientes ante una eventual denuncia de un comportamiento desleal, al no existir la posibilidad de presentar denuncias confidenciales²⁴.

3. ANÁLISIS DEL CÓDIGO DE CONDUCTA SOBRE BUENAS PRÁCTICAS COMERCIALES DEL MERCADO AGROALIMENTARIO EUROPEO DESDE LA PERSPECTIVA DE LA TEORÍA DE JUEGOS

Proseguimos nuestro análisis del Código de Conducta sobre Buenas Prácticas Comerciales del Mercado Agroalimentario Europeo desde otra perspectiva: para que este tipo de instrumentos propios del *soft law* resulten realmente efectivos, es necesario, tal y como ya hemos apuntado, que las partes cuyas relaciones resultan por él reguladas tengan una voluntad clara y firme de cumplir sus previsiones, lo que, en definitiva, exige una fuerte apuesta del sector por la promoción de comportamientos cooperativos. Pero, ¿resulta rentable en términos coste/beneficio involucrarse en una iniciativa cooperativa de este tipo o, por el contrario, es preferible mantener una conducta individual y egoísta al margen de toda coalición?, ¿cooperar en busca del bien común en este concreto contexto resulta un comportamiento contrario a la concepción clásica de *Homo Economicus*²⁵? En definitiva, ¿es racional adherirse al Código de

²⁴ A este respecto, la propia Comisión Europea expresa en su Comunicación de la Comisión «Hacer frente a las prácticas comerciales desleales en la cadena de suministro alimentario entre empresas» COM(2014) 472 final, sus reservas en cuanto a la capacidad y los límites que una iniciativa de autorregulación puede ofrecer un mecanismo de resolución de litigios.

²⁵ GÓMEZ GARCÍA, FRANCISCO, 2006, p. 201, nota 6: Este modelo de hombre responde a una concepción del ser humano en la que las únicas consideraciones a tener en cuenta son las netamente económicas, sin realizar la más mínima mención a otros impulsos que los que le llevan a la satisfacción de sus propias necesidades. A su vez, esta idea del hombre actúa como una especie de profecía que se auto-cumple; por ejemplo, en el caso de un grupo de personas (una empresa, la sociedad) que acepta sus premisas (los individuos sólo tienen que buscar su propio interés y la «mano invisible» se encargará de alcanzar el óptimo social), los incentivos para cooperar se inhiben espontáneamente.

Buenas Prácticas Comerciales del Mercado Agroalimentario Europeo?²⁶ El estudio de la cooperación como comportamiento social de los seres humanos ha sido ampliamente estudiado por la Teoría de Juegos del Comportamiento, mediante la combinación de planteamientos de la Teoría de Juegos clásica con nuevos factores explicativos de la conducta humana²⁷. Apliquemos, pues, este tipo de análisis a la situación del sector alimentario europeo.

Al aplicar la Teoría de Juegos a los dilemas sociales hemos de tener muy presente que en estos casos existe un conflicto de intereses entre el comportamiento que sería deseable que todos los participantes adoptaran desde el punto de vista social y el que individualmente interesa a cada uno si sólo tiene en cuenta su beneficio particular. En estos dilemas, la cooperación requiere incurrir en un coste personal para beneficiar a los demás, aspecto en abierta contradicción con los postulados de la Teoría de Juegos clásica, que defiende que una persona perfectamente racional –es decir, un *Homo Economicus*– nunca cooperará cuando se enfrente a un dilema social²⁸.

Sin embargo, en la realidad se observa que muchas personas o entes de muy diverso tipo están dispuestos a hacer sacrificios por un bien u objetivo común, por maximizar el beneficio conjunto. Uno de estos supuestos bien podría ser el Código de Conducta que nos ocupa, pero ¿por qué, ciertamente, la gran mayoría de los operadores de la cadena de valor alimentaria europea se han adherido a una acción cooperativa si ello, al menos en un plano teórico, supone que deben asumir cierto coste personal?, ¿supone esta adhesión un comportamiento irracional?²⁹

Investigaciones llevadas a cabo a comienzos del presente siglo sobre Teoría de Juegos han logrado formular las condiciones favorables en que una conducta racional egoísta y maximizadora de beneficios puede conducir a la cooperación: aquellas situaciones que se repiten indefinidamente en el tiempo, donde los agentes puede plantearse cuál es la mejor estrategia a seguir para maximizar sus beneficios a largo plazo, y no depender en exclusiva de un planteamiento cortoplacista³⁰. Bajo estas condiciones, la mejor estrategia consiste en iniciar el juego cooperando y mantener esta conducta siempre y cuando los demás operadores –jugadores en la jerga propia de la Teoría de

²⁶ GÓMEZ GARCÍA, Francisco, 2006, p. 212.

²⁷ Este análisis presenta, quizás, más componente sociológico que jurídico, si bien en ocasiones -como considero es esta- resulta complicado e incluso inoperativo prescindir de la perspectiva que aporta una de las dos ciencias al analizar un aspecto concreto de la otra.

²⁸ JIMÉNEZ JIMÉNEZ, Francisca, 2012, p. 117.

²⁹ JIMÉNEZ JIMÉNEZ, Francisca, 2012, p. 118.

Existe otra limitación de la Teoría de Juegos clásica al aplicarla a dilemas sociales. Durante las primeras décadas de desarrollo académico, una gran parte de la literatura sobre Teoría de Juegos estaba dedicada al estudio de un tipo de juegos muy particular, juegos de suma cero, llamados así porque lo que gana un jugador coincide justamente con lo que pierde otro. Son juegos donde los intereses de los jugadores están en conflicto total, como ocurre en los campeonatos deportivos o los clásicos juegos de mesa. Sin embargo, este tipo de juegos no son capaces de ilustrar gran parte de los dilemas sociales, que responden a juegos de suma no cero. Son contextos en los que existe posibilidad de cooperación entre los jugadores, de forma que sea posible que todos obtengan una ganancia o que no exista perdedor, o bien situaciones en donde todos pudieran perder algo.

³⁰ GÓMEZ GARCÍA, Francisco, 2006, p. 205 y JIMÉNEZ JIMÉNEZ, Francisca, 2012, p. 121. En tales interacciones, es clave el tema de las amenazas o las promesas creíbles sobre el comportamiento futuro y cómo éstas pueden influir en el comportamiento presente. Es decir, en este contexto, la reputación desempeña un papel crucial para todo agente económico.

Juegos— también lo hagan; en caso de observarse conductas en sentido contrario, lo racional es no volver cooperar en el futuro³¹.

Esta es la situación en la que nos encontramos: todo operador de la cadena alimentaria, en principio, tratará de permanecer en el mercado y para ello ha de establecer relaciones continuadas en el tiempo con otros operadores —si bien no necesariamente con los mismos. De esta forma, habrá de plantearse su estrategia maximizadora a largo plazo, que bajo estas premisas, consistirá en adoptar un comportamiento cooperativo de inicio y observar a su alrededor a fin de decidir si mantener esta conducta o modificarla.

En este punto, hemos de realizar una precisión, la misma que hicimos en relación al *soft law* y que condiciona sobremanera la configuración normativa del sector alimentario.

Bajo la configuración de un código de conducta como forma de organización de la cooperación, la observancia de la citada conducta cooperadora maximizadora de los beneficios a largo plazo puede verse obstaculizada —y, de hecho, lo es en este caso— por un importante problema: la eventual carencia por alguna de las partes de los medios para hacer efectivo el acuerdo o, aún contando con tales medios, la fuerte presencia de un componente de miedo ante represalias que se pudieran dimanar por la denuncia de la vulneración del Código de Conducta puede derivar en la asunción por parte del contratante débil de la inoperancia del mismo. Al mismo tiempo y siendo esta circunstancia conocida por la contraparte fuerte, esta puede aprovecharse de la situación para obviar por completo la observancia de las previsiones del Código de Conducta. Y así, estas circunstancias pueden desembocar en la pérdida de efectividad del Código de Conducta³².

Sin embargo, no está todo perdido. La Teoría de Juegos del Comportamiento afirma que la apuesta por un comportamiento cooperativo o por uno egoísta depende en gran medida de la función de utilidad de cada individuo, de qué factores —además de los estrictamente económicos— tienen en cuenta los individuos a la hora de decidir³³, más allá de las concretas realidades en que los sujetos se muevan. Los resultados obtenidos hasta ahora, dado que de hecho y a pesar de las características del sector en principio contrarias a su existencia, el Código de Conducta ha nacido y se encuentra en “vigor”, parecen indicar que las personas toman sus decisiones teniendo en cuenta

³¹ JIMÉNEZ JIMÉNEZ, Francisca, 2012, p. 121. A esta situación se le conoce como cooperación condicionada.

Es importante resaltar que, para que esta estrategia cooperativa sea exitosa y se mantenga en el tiempo, es determinante que los jugadores no conozcan la duración global del juego o, bien, que el número de repeticiones sea infinito, dado que se parte del supuesto de racionalidad perfecta. En caso de repetición finita y conocida, este supuesto implica la capacidad de los jugadores de resolver mentalmente el juego desde la última repetición hasta la primera (por inducción hacia atrás) y, de esta manera, anticipar perfectamente la acción del resto de jugadores en cada repetición. Dado que en la última jugada no interesará ya cooperar, al no existir futuras interacciones que pudiesen implicar una actitud cooperativa posible, y siendo esta circunstancia conocida por todos los jugadores, en la penúltima jugada tampoco existirá incentivo a la cooperación, dado que se anticipa que en la siguiente ronda (¡la última ronda!) habrá castigo y, si este resultado se retrotrae en la mente de los jugadores sucesivamente hasta la ronda inicial, se alcanzaría un resultado en donde nunca se cooperaría en un juego que se repitiese de forma finita y conocida en el tiempo.

³² JIMÉNEZ JIMÉNEZ, Francisca, 2012, p. 122.

³³ Bajo esta teoría, la decisión de cooperar o no también se hace depender del concepto de racionalidad limitada. Este enfoque recibe el nombre de «las preferencias sociales».

no únicamente sus beneficios particulares y materiales, sino que también les preocupan –en mayor o menor medida– el bienestar de los demás. Así, factores como el altruismo, la justicia social o la reciprocidad podrían ayudar a dar una explicación al hecho de la existencia de comportamiento cooperativo en el sector alimentario³⁴.

Por tanto, el hecho de que la cooperación haya surgido en el sector alimentario parece implicar que la función de utilidad de sus operadores –al menos, de la mayor parte de ellos– está conformada por factores más allá de los meramente económicos y que, a su vez, las instituciones han logrado promover una “identidad colectiva” del sector³⁵, logrando así quizá no el resultado óptimo desde un punto de vista social pero sí, al menos, un resultado mejor desde este punto de vista del que se hubiera logrado en ausencia de este tipo de regulación.

REFERENCIAS

- [1] BALLARÍN MARCIAL, Alberto, 2007. “Definición y justificación del Derecho agro-alimentario español”, en AMAT LLOMBART, Pablo (coord.), 2007. *Derecho Agrario y Alimentario español y de la Unión Europea*. Valencia: Tirant lo Blanch.
- [2] FROMONT, Pierre, 1961. *Economía agrícola*, traducción del francés y prólogo por CAMPOS NORDMANN, Ramiro. Madrid: Aguilar.
- [3] GÓMEZ GARCÍA, Francisco, 2006. “Juegos estratégicos: ¿es racional el comportamiento competitivo?”, *Procesos de Mercado: Revista Europea de Economía Política*, Vol. III, n.º 2.
- [4] JIMÉNEZ JIMÉNEZ, Francisca, 2012. “¿Jugamos en el mismo equipo? Los Nobel de Economía y la Teoría de Juegos”, *Revista de Estudios Empresariales*. Segunda época. Número: 2. Jaén: Universidad de Jaén.
- [5] MAZUELOS BELLIDO, Ángeles, 2004. “Soft Law: ¿Mucho ruido y pocas nueces?”, *Revista electrónica de estudios internacionales*, n.º 8. Madrid: Asociación Española de Profesores de Derecho Internacional y Relaciones Internacionales.
- [6] REAL PÉREZ, Alicia (coord.), 2010. *Códigos de Conducta y Actividad Económica: una Perspectiva Jurídica*. Madrid: Marcial Pons.
- [7] SHAFFER, Gregory C. y POLLACK, Mark A., 2010. “Hard vs. Soft Law: Alternatives, Complements, and Antagonists in International Governance”, *Legal Studies Research Paper Series Research Paper No. 09-23*. Minnesota: University of Minnesota Law School.
- [8] TERPAN, Fabien, 2014. “Soft Law in the European Union—The Changing Nature of EU Law”. *European Law Journal*, Vol. 21, No. 1. Oxford and Malden: John Wiley & Sons Ltd.

³⁴ JIMÉNEZ JIMÉNEZ, Francisca, 2012, p. 127.

³⁵ JIMÉNEZ JIMÉNEZ, Francisca, 2012, p. 127.

SUPERVIVENCIA DE *LISTERIA MONOCYTOGENES* EN QUESO BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

PATRICIA GONZÁLEZ GARCÍA¹, ANTONIO VALERO², MARTA HERNÁNDEZ¹, ALESSANDRA DE CESARE³, GERARDO MANFREDA³, JORDI ROVIRA CARBALLIDO⁴, DAVID RODRÍGUEZ-LÁZARO⁴

¹Subdirección de Investigación, Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León

²Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Córdoba

³Departamento de Agricultura y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Bolonia

⁴Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Burgos

RESUMEN

El queso curado de oveja está catalogado como alimento listo para consumo, ya que no necesita ningún tratamiento adicional antes de ser consumido. Por lo tanto, microorganismos patógenos transmitidos por los alimentos, como *Listeria monocytogenes* puede representar un problema para la salud de los consumidores. La tolerancia de esta bacteria al frío y su capacidad para crecer a temperaturas de refrigeración es uno de los principales problemas de seguridad para la industria alimentaria.

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la supervivencia de *L. monocytogenes* en queso curado de leche cruda de oveja bajo diferentes temperaturas de almacenamiento. Con el fin de estimar los parámetros cinéticos necesarios, se ajustaron los modelos de crecimiento de Weibull y *Shoulder* a los datos observados. La relación de Arrhenius se utilizó para predecir el impacto de la temperatura sobre el comportamiento de *L. monocytogenes* durante el almacenamiento a 4, 12 y 22 ° C. Además, se evaluó el crecimiento de las bacterias ácido lácticas (BAL) como un grupo representativo de la microbiota del producto analizado.

Los resultados obtenidos indican que el tiempo para la erradicación (momento en el que no se detecta la presencia de *L. monocytogenes* en las muestras analizadas) fue de 114, 104, y 77 días para las muestras de queso almacenadas a 4, 12 y 22 ° C, respectivamente. La población de bacterias ácido lácticas mostró un aumento de 1 log CFU/g durante las dos primeras semanas independientemente de la temperatura de almacenamiento. Este incremento se mantuvo hasta el final del ensayo cuando el queso fue almacenado a 12 y 22 ° C, mientras que a 4°C el comportamiento de BAL fue más irregular. El modelo *Shoulder* indica un buen ajuste a los datos observados. Del mismo modo, la relación de Arrhenius explica satisfactoriamente la dependencia de la temperatura sobre el comportamiento *L. monocytogenes*. Este estudio demostró que almacenar el queso a temperatura ambiente podría favorecer la conservación de sus propiedades de calidad y de seguridad frente a *L. monocytogenes*.

Palabras clave: *Listeria monocytogenes*, supervivencia, queso curado de oveja, conservación, microbiología predictiva.

ABSTRACT

Raw sheep milk cured cheese is catalogued as ready-to-eat since it is not submitted to any further treatment before consumption. Thus, foodborne pathogens such as *Listeria monocytogenes* can represent a health concern for susceptible consumers. The tolerance of this bacterium to cold and its ability to grow at refrigerator temperatures is one of the main security problems for the food industry.

This study was aimed at evaluating the survival of *L. monocytogenes* on raw sheep milk cured cheese under different storage temperatures. *Shoulder* and Weibull type models were fitted to data observed in order to estimate kinetic parameters. The Arrhenius relationship was further used to predict the impact of temperature on *L. monocytogenes* behavior during storage at 4, 12 and 22 °C. Additionally, growth of lactic acid bacteria (LAB) as a representative group of the indigenous microbiota was evaluated.

Results obtained indicated that the time to eradication (time when absence of *L. monocytogenes* in the analyzed samples was observed) was 114, 104, and 77 days for cheese samples stored at 4, 12 and 22°C, respectively. The LAB population showed an increase at 12 and 22 °C during storage. However, an increase of 1 log CFU/g was observed during the first 2 weeks irrespectively of the storage temperature. The *Shoulder* model indicated a good fit to observed data. Likewise, the Arrhenius relationship explained sufficiently the dependency of temperature on *L. monocytogenes* behavior. This study demonstrated that cheese storage at ambient temperatures could lead to the preservation of its quality properties as well as its safety against *L. monocytogenes*.

Keywords: *Listeria monocytogenes*, survival, raw sheep milk cured cheese, storage, predictive microbiology.

1. INTRODUCCIÓN

Listeria monocytogenes es una bacteria patógena, Gram positiva, anaerobia facultativa, no formadora de esporas y móvil mediante flagelos peritricos. Existen 13 serotipos diferentes aunque el 95% de las cepas aisladas en alimentos y personas infectadas pertenecen únicamente a cuatro: 1/2a, 1/2b, 1/2c y 4b [1].

Esta bacteria es el agente causante de la listeriosis, una infección oportunista que afecta principalmente a personas mayores, embarazadas, niños y personas con el sistema inmunitario deprimido [2]. Los cuadros clínicos de esta infección son variados, pudiendo causar desde un cuadro febril leve o una gastroenteritis febril aguda hasta sepsis, y meningoencefalitis. La mortalidad en humanos de esta infección supera el 20% lo que convierte a *Listeria monocytogenes* en unos de los patógenos alimentarios más severos y relevantes [3].

El último informe de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), sitúa la tasa de listeriosis del año 2013 en 0,44 casos/100.000 habitantes. España, sin embargo, es uno de los países con una incidencia más alta de listeriosis (1.0 casos/100.000 habitantes). Los serotipos más comunes en el año 2013 fueron 1/2a (57.5 %) y 4b (34.3 %), seguidos de 1/2b (6.4 %) y 1/2c (1.4 %) [4].

Este microorganismo patógeno ha sido aislado en una amplia variedad de alimentos y entornos de procesamiento de alimentos ya que puede sobrevivir y crecer en una amplia gama de condiciones ambientales. Alimentos como la leche cruda y sus

derivados, carnes, embutidos, patés, ensaladas y pescados ahumados son considerados los de mayor riesgo de contener la bacteria. A diferencia de muchos patógenos de transmisión alimentaria, *L. monocytogenes* puede sobrevivir a altas concentraciones de sal, amplios rangos de pH (4,5-9) y a temperaturas de refrigeración, pudiendo alcanzar niveles potencialmente infecciosos [5], [6]. La tolerancia de esta bacteria al frío y su capacidad para crecer a temperaturas de refrigeración es uno de los principales problemas para la industria y los establecimientos elaboradores, distribuidores y vendedores de alimentos listos para el consumo [7]. Concretamente en quesos curados, la presencia de la bacteria puede ser debida a una contaminación de la materia prima en origen o a una contaminación durante las diferentes etapas del procesado incluyendo el corte, el envasado la distribución y/o la preparación del producto para el consumidor [8], [9].

Los datos epidemiológicos indican que los alimentos implicados en brotes de listeriosis tienen una contaminación significativamente mayor de 100 cfu/g [10]. El Reglamento (CE) N° 2073/2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicable a alimentos listos para el consumo que puedan favorecer el crecimiento de *L. monocytogenes*, establece como límite, ausencia en 25g. Únicamente se establece un límite de 100 ufc/g en alimentos no destinados a lactantes o a usos médicos especiales si el fabricante puede demostrar que no se superará el límite durante la vida útil del producto. Sin embargo, se recomiendan pruebas de desafío en un determinado alimento cuando el comportamiento del patógeno no se conoce [11].

La microbiología predictiva es un área multidisciplinar que se dedica a estudiar y predecir mediante modelos matemáticos los efectos que pueden tener factores como la temperatura, la concentración de sal o la actividad de agua (a_w) sobre el comportamiento microbiano en los alimentos. Estas herramientas son esenciales para desarrollar procesos de preservación de alimentos que garanticen su inocuidad [12].

El crecimiento bacteriano se produce por división binaria de las células y se expresa generalmente en unidades logarítmicas, es decir, \log_{10} UFC/g. Entre las herramientas que ofrece la microbiología predictiva están los llamados modelos cinéticos los cuales estudian el comportamiento de una población microbiana respecto del tiempo. El término supervivencia se refiere a la capacidad del microorganismo para mantener su viabilidad en unas determinadas condiciones. El parámetro cinético que permite caracterizar cuantitativamente el crecimiento bacteriano es la velocidad específica de crecimiento (μ) que es inversamente proporcional al tiempo de generación (GT), tiempo en el que tiene lugar la primera división celular. El tiempo de duplicación (TD) es el tiempo necesario para que la población microbiana se duplique. El crecimiento bacteriano, en términos de incremento en la concentración, se observa después de la fase de latencia (lag o λ). En la fig. 1 se muestra un modelo de curva y los parámetros de crecimiento descritos [12].

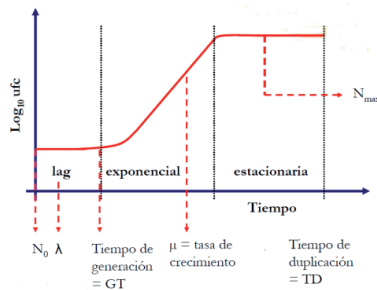


Figura 1. Curva modelo de crecimiento bacteriano y parámetros.

2. OBJETIVOS

El objeto del presente estudio fue evaluar el la supervivencia de *L.monocytogenes* en queso curado de leche cruda de oveja bajo diferentes temperaturas de almacenamiento. Para llevar a cabo el estudio, se inocularon artificialmente porciones de queso curado de oveja con diferentes cepas de *L.monocytogenes* y se envasaron al vacío.

Los resultados obtenidos en éste tipo de ensayos permiten estimar la concentración del patógeno en un momento dado de la vida útil del producto a partir de una concentración inicial determinada y el perfil tiempo/temperatura de conservación así como fijar límites intermedios de la concentración de *L.monocytogenes*, hasta el final de la vida útil compatibles con los criterios establecidos el Reglamento (CE) Nº 2073/2005.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Muestras de queso

En este estudio se emplearon muestras de queso curado de oveja adquiridas en un comercio local. Este tipo de quesos contienen aproximadamente un 37% de grasas y un 24% de proteínas. La vida útil de las porciones comerciales de éste alimento varía entre 1 y 3 meses. Los principales ingredientes son leche cruda de oveja (sin pasteurizar), sal, cuajo, cultivos iniciadores y aditivos como nitrato potásico y lisozima.

Con el fin de confirmar previamente la ausencia de *Listeria monocytogenes* en el queso sujeto a estudio, se tomaron 10 porciones de 25g y se analizaron según el método descrito en las normas ISO 11290-1/Amd 1:2004 [13] e ISO 11290-1:1996 [14].

3.2. Cepas bacterianas y preparación del inóculo

En el presente estudio se emplearon tres cepas diferentes de *Listeria monocytogenes*: LBMM334 y LBMM335 aisladas en queso curados de oveja en Itacyl y C5 aislada en una granja ovina en TEAGASC, Dairy Products Research Centre en Irlanda. Las cepas fueron conservadas a -80°C en crioviales con crioperlas y medio de conservación protector (Oxoid TP15731 Maintenance Freeze medium, Oxoid Ltd, Hampshire, UK). Las cepas se reconstituyeron en agar BHI (Brain infusion heart) y se incubaron a 37°C durante 24 h. Posteriormente fueron transferidas asepticamente con

un asa de siembra estéril a un tubo con 10 ml de caldo BHI (Beckton and Dickinson and Co.) e incubadas a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 12-16 h. Para determinar la concentración inicial de cada suspensión bacteriana de trabajo, se tomó una alícuota de cada una de ellas, se diluyó mediante diluciones seriadas y se sembró en profundidad con agar BHI. Una vez solidificado el agar, las placas se incubaron a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 24 ± 2 h y se realizó el recuento colonias crecidas. Cada una de las suspensiones bacterianas de trabajo fue diluida y mezclada para crear una suspensión bacteriana mixta y homogénea de las tres cepas de *L. monocytogenes* con una concentración de $2,5 \times 10^6$ ufc/ml y en fase estacionaria de crecimiento.

3.3. Contaminación artificial

Las porciones de queso fueron extraídas asepticamente de sus envases, cortadas en láminas finas y transferidas a una bolsa de envasado de poliamida y polietileno (Industrias Pargón, Salamanca, España) en porciones de 25g. Cada una de las muestras fue inoculada en diez zonas diferentes del alimento con 100 μl de una suspensión de PBS (phosphate buffered saline) que contenía 10^4 ufc/g de *Listeria monocytogenes*. Una vez que el inóculo fue absorbido por la muestra, las porciones de queso fueron envasadas al vacío y conservadas a tres temperaturas diferentes (4, 12, y 22°C).

3.4. Análisis microbiológicos

Se establecieron muestreos sistemáticos para recuento y la detección de *L. monocytogenes* en las muestras inoculadas. Cada muestreo se realizó por triplicado en cada una de las temperaturas seleccionadas. Los ensayos microbiológicos se llevaron a cabo según el protocolo descrito en las normas ISO 11290-1/amd: 2004 [13], ISO 11290-1: 1996 [14], ISO 11290-2/Amd: 2006 [15] e ISO 11290-2:1998 [16]. El límite inferior de recuento fue 10 ufc/g y los resultados se expresaron en log ufc/g. En paralelo y en cada uno de los muestreos se enumeraron las bacterias ácido lácticas presentes en el alimento de acuerdo con el método descrito en la norma ISO 15214: 1998 [17].

3.5. Análisis físico-químicos

Durante el estudio, en cada muestreo, se midieron por triplicado los valores de pH y actividad de agua (a_w). La a_w fue medida a 25°C empleando el equipo de actividad de agua Aqualab Model Series 4 (Decagon Devices, Inc., Pullman, WA) y el pH fue medido suspendiendo una porción de 10g de queso en 90ml de agua destilada empleando el pH metro Crison Bases 20+ equipado con un electrodo pH 0-14 (Crison Instruments, S.A., Barcelona, España).

3.6. Procesamiento de datos

Los gráficos de log UFC/g en función del tiempo (días) fueron elaborados en Microsoft Excel v2010 (Microsoft Corporation).

3.6.1. Modelos primarios

Para observar el de crecimiento de bacterias del ácido láctico en el queso de oveja curado se empleó el modelo primario **Baranyi** [18] mediante el programa DM-Fit excel (Institute of Food Research, IFR, Norwich, Inglaterra). Los parámetros cinéticos de crecimiento, la fase de latencia (lag, d) y la tasa de crecimiento máximo (μ_{\max} , d⁻¹) se calcularon a partir de los datos observados en cada condición establecida. El

error cuadrático medio (MSE) y el coeficiente de determinación (R^2) se determinaron para evaluar la bondad de ajuste del modelo.

Para evaluar la supervivencia de *L. monocytogenes* durante almacenamiento, se utilizaron dos modelos matemáticos diferentes:

El **modelo "Shoulder"** [19], [20] que tiene en cuenta una fase de hombro antes de que ocurra la inactivación. Este modelo se expresa mediante la fórmula:

$$N = N_0 \cdot e^{-k_{max} \cdot t} \cdot \frac{e^{k_{max} \cdot S_l}}{1 + (e^{k_{max} \cdot S_l} - 1) \cdot e^{-k_{max} \cdot t}}$$

donde N es la concentración bacteriana (CFU/ml) después de un tiempo t de tratamiento (d), N_0 es la concentración bacteriana inicial (UFC/g), k_{max} es la tasa de inactivación máxima (d^{-1}), y S_l es la longitud del hombro (d), es decir, la longitud de la fase de latencia.

Y el **modelo de Weibull**:

$$\log_{10} N(t) = \log_{10} N_0 - \left(\frac{t}{\delta}\right)^p$$

donde δ es el tiempo que conlleva a la reducción de la décima parte de la población (d) y p es un parámetro de forma (define la curvatura entre la fase exponencial y la fase de "cola").

El modelo de tipo Weibull [21], [22] ha sido utilizado anteriormente para describir la naturaleza de curvas de supervivencia de *L. monocytogenes* debido a su flexibilidad y simplicidad.

3.6.2. Modelos secundarios

Para calcular el crecimiento de *L. monocytogenes* a diferentes temperaturas de almacenamiento, se llevó a cabo una relación entre el parámetro de escala del modelo de Weibull (α) y la temperatura mediante el **modelo de Arrhenius** [23]:

$$\alpha_T = \alpha_{T_{ref}} \cdot e^{-\frac{E_a(T_{ref}-T)}{R_g T_{ref} T}}$$

donde α_T es el α valor a temperatura T, $\alpha_{T_{ref}}$ es el valor α una temperatura de referencia constante, T_{ref} es la energía de activación (J/mol), y R_g es la constante universal de los gases, 8.314 J/(mol · K).

Considerando como variable dependiente el porcentaje de reducción; $N(t) / N_0$, el modelo permite estimar la reducción potencial de células a otra temperatura de almacenamiento. Combinando las dos últimas ecuaciones obtenemos [24]:

$$\log \frac{N_t}{N_0} = - \left(\frac{t}{\alpha_{T_{ref}} \cdot e^{-\frac{E_a(T_{ref}-T)}{R_g T_{ref} T}}} \right)^\beta$$

Para determinar los parámetros cinéticos, se empleó un procedimiento de regresión no lineal en el software Rv2.15.3 (R Development Core Team, Viena,

Austria). Finalmente, se estimó una relación lineal entre parámetro β y de la temperatura mediante la ecuación:

$$\beta = -(a \cdot T) + b$$

3.6.3. Análisis estadístico

El coeficiente de correlación (R^2) y el error cuadrático medio (MSE) se obtuvieron mediante GInaFit y se utilizó un análisis de varianza para el resto de los análisis. Estos análisis se llevaron a cabo con el Statistica Windows v10 (Statsoft Iberica, Lisboa). Los resultados se consideraron significativos cuando $p < 0,05$.

Para decidir si la bondad de ajuste de un modelo era estadísticamente aceptable se empleó el test F (Fischer). El valor se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$f = \frac{MSE_{model}}{MSE_{data}}$$

donde MSE_{model} es error cuadrático medio de el modelo y MSE_{data} es la error cuadrático medio de los datos medidos para valores replicados. Cuanto menor sea el MSE_{data} , menos es la variación observada entre las repeticiones para una condición experimental dada. MSE_{data} valor se calcula según:

$$MSE_{data} = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k (\text{average } \log_{10} N_i - \log N_{ij})^2}{n - m}$$

donde N es el número de puntos de datos, M el número de puntos de tiempo, k es el número de repeticiones en cada momento, la media de N_i es el valor medio de la población en el punto de tiempo i (log UFC/g), y N_{ij} es la población en punto de tiempo i para la réplica j específica (log UFC/g).

El valor obtenido se comparó con el valor de referencia de la tabla de valores de la distribución de Fisher con un nivel de confianza del 95%. Si el valor calculado es menor que el valor F de la tabla, la prueba F es aceptada e indica que el modelo de ajuste es estadísticamente aceptable.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Supervivencia de *Listeria monocytogenes* en queso curado de oveja durante el almacenamiento a 4,12 y 22 °C

Los parámetros cinéticos estimados del modelo *Shoulder* y del modelo Weibull se muestran en la Tabla 1. Los valores SI promedio estimado por el modelo *Shoulder* variaron de 36.27 a 59.19 días, observándose diferencias significativas entre 4, 12 y 22 ° C ($p < 0.05$). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas para k_{max} ($p > 0,05$). En cuanto a modelo de Weibull, solamente se obtuvieron diferencias significativas para valores de δ ($p < 0.05$).

Tabla 1

Parámetros cinéticos \pm SD de los modelos *Shoulder* y Weibull de *Listeria monocytogenes* en queso curado de oveja contaminado artificialmente y conservado a 4, 12 y 22 °C.

T °C	Shoulder			Weibull		
	Sl(d)	k_{max} (d ⁻¹)	N_0 (log UFC/g)	δ	p	N_0 (log UFC/g)
4	59.19 \pm 2.36	0.16 \pm 0.01	4.08 \pm 0.06	73.07 \pm 1.45	3.30 \pm 0.17	4.15 \pm 0.04
12	50.47 \pm 3.60	0.15 \pm 0.01	3.95 \pm 0.09	65.07 \pm 2.36	3.03 \pm 0.26	4.01 \pm 0.07
22	36.27 \pm 3.86	0.20 \pm 0.01	3.85 \pm 0.13	45.25 \pm 3.22	2.65 \pm 0.39	3.97 \pm 0.13

La adecuación de los modelos primarios al estudio se evaluó a través del test-F. Para el modelo de Weibull la bondad de ajuste fue satisfactoria en las tres temperaturas de almacenamiento ensayadas, mientras que en el modelo *Shoulder* una de las temperaturas de almacenamiento (22 °C), no pudo ser ajustada.

La fig. 2 muestra la reducción de colonias de *L. monocytogenes* en quesos contaminado artificialmente y conservados a 4, 12 y 22 °C. Las curvas de supervivencia fueron caracterizadas por la presencia de una región del hombro seguido de un descenso lineal que fue más pronunciado en las temperaturas de conservación más altas.

El tiempo de la erradicación, momento en el que no se detectó la presencia de *L. monocytogenes* fue de 114, 104, y 77 días para las muestras de queso almacenadas a 4, 12 y 22 °C, respectivamente. La población de *L. monocytogenes* permaneció relativamente sin cambios (menos de 1 log UFC / g de reducción) durante al menos 6 semanas independientemente de la temperatura de almacenamiento: 0,99, 1 y 0,95 log UFC/g después de 42, 54 y 67 días a 22, 12 y 4 °C, respectivamente (Fig. 2).

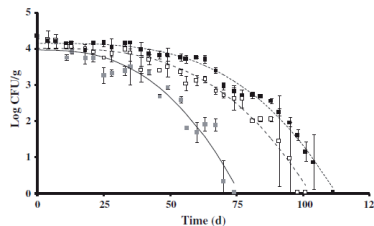


Figura 2. Estimación según el modelo de Weibull de la evolución de *L. monocytogenes* en queso curado de oveja (promedio log UFC/g \pm SD) conservado a 4°C (■), 12 (□) y 22 °C (▲).

Después de 6 semanas de almacenamiento, la población *L. monocytogenes* comenzó a comportarse de manera diferente en función de la temperatura de almacenamiento. A 22 °C, aproximadamente se observó 1,76 log UFC/g de reducción en el día 54, y después la población de *L. monocytogenes* disminuyó de forma más rápida: 2,45 log UFC/g en el día 67 y 4.02 log UFC/g de reducción en el día 70. En el día 74 sólo se observó la presencia de *L. monocytogenes* (por debajo del límite de la enumeración) (Fig. 1). Sin embargo, la reducción fue más lenta cuando las muestras de queso se almacenaron a 4 y 12 °C. A 12 °C, se observó un descenso de 1.74 log UFC/g después de 77 días de almacenamiento, un descenso de 2,90 log UFC/g el día 91 detectándose la presencia de *L. monocytogenes* en el día 98 (por debajo del límite de la enumeración) (Fig. 1). Finalmente a 4 °C, la reducción de *L. monocytogenes* fue aún más lenta: 2,10 log UFC/g después de 91 días de almacenamiento, 3.19 log UFC/g de

reducción a 101 días, y a los 111 días sólo se detectó la presencia de *L. monocytogenes* por debajo de los límites de cuantificación.

Estos resultados corroboran lo que otros estudios han demostrado en otros quesos maduros como Emmental [9] Gouda [25], Ricotta salata [26], queso cheddar [27] o el queso parmesano quesos [28] en los que se ha observado que la población de *L. monocytogenes* decrece después de la maduración y durante los periodos de almacenamiento. Los quesos curados de leche cruda de oveja, normalmente son almacenado durante largos periodos de tiempo y si *Listeria* si está presente, normalmente es a niveles muy bajos.

Sin embargo, a pesar de que presenta un riesgo muy bajo, debería considerarse muy importante, especialmente para las personas con un sistema inmunológico deprimido a las que bajas concentraciones de la bacteria puede causarles infección teniendo en cuenta que se trata de un producto listo para consumo. Además debe considerarse también el riesgo de contaminación del producto después de su maduración a través operaciones de procesado como el corte y/o el envasado donde existe un alto riesgo de contaminación cruzada del alimento.

4.2. Estimación de supervivencia

Los parámetros cinéticos del modelo secundario de Arrhenius que muestran la supervivencia de *L. monocytogenes* en este estudio, han sido calculados usando un procedimiento de regresión no lineal. Los valores de α_{10} °C y E_a obtenidos para las cepas de *L. monocytogenes* empleadas en este estudio fueron $64,87 \pm 2,29$ y $-15,207.82 \pm 3.098,32$, respectivamente. Posteriormente, se siguió una regresión lineal para estimar la relación del parámetro β y de la temperatura (° K) y la ecuación resultante fue: $\beta = -(0,031 \cdot T) + 11,82$.

Como muestran estudios anteriores en los que E_a es negativa, la velocidad de inactivación aumenta proporcionalmente a la temperatura [24] Esto podría atribuirse a la pérdida de humedad y al crecimiento de bacterias ácido lácticas (BAL) las cuales son capaces de producir metabolitos que inhiben el crecimiento de *Listeria* [29] Los niveles de concentración de BAL en el momento del descenso inicial de *L. monocytogenes* fueron de alrededor de 6,5-7,0 log CFU/g en las tres temperaturas ensayadas. La naturaleza psicrotrófa de *Listeria* puede también permitirle sobrevivir a bajas temperaturas compitiendo así con la flora autóctona.

El efecto de todos los parámetros cinéticos se utilizó para evaluar el efecto de variaciones en la temperatura de almacenamiento. La figura 3 muestra que una desviación de 1 °C y 2 °C de la temperatura de almacenamiento inicial puede producir una variación considerable en la reducción del número de bacterianas, siendo este efecto más pronunciado a bajas temperaturas de almacenamiento. Fluctuaciones de temperatura de 4 a 6 °C produjeron una reducción estimada de 5 log entre los 117 y 122 días. Sin embargo, el efecto fue mucho menor a 22 ° C donde se estimó una reducción de 5 log entre los días 88 y 90.

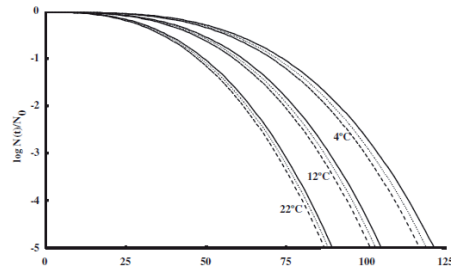


Figura 3. Efecto del aumento de la temperatura de almacenamiento [+1(...) y +2 (---)] en el desarrollo de *L. monocytogenes* en queso curado de oveja calculado a 4, 12 y 22 °C. (—) Representa el modelo ajustado en las temperaturas estudiadas.

4.3. Comportamiento de bacterias ácido lácticas (BAL)

La fig. 4 nos muestra las curvas de crecimiento de las bacterias ácido lácticas analizadas en las tres temperaturas de almacenamiento. Durante las dos primeras semanas se observó un aumento de 1 log UFC /g independiente de la temperatura de almacenamiento (los incrementos fueron de 1.05, 1.19 y 0.93 en el día 13, 7 y 11 cuando las muestras se almacenaron a 22, 12 y 4 °C, respectivamente (Fig. 4). Y de forma general se observó que la población de BAL se incrementó durante el almacenamiento cuando los quesos se conservaron a 12 y 22 °C.

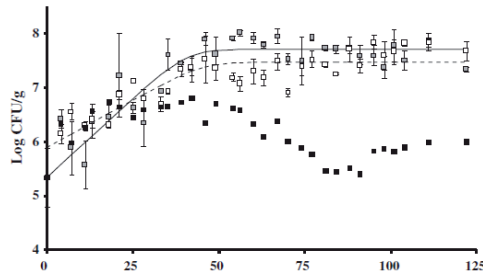


Figura 4. Crecimiento de bacterias ácido lácticas (log ufc/g \pm SD) en queso curado de oveja estimado en las muestras conservadas a 4°C (■), 12 (□) y 22 °C (■). Modelo ajustado para 12 °C(---) y 22 °C(—).

A los 22 °C, LAB aumentó 2,28 log UFC después de 35 días, y después se observó un aumento gradual hasta la octava semana de almacenamiento (2,68 log UFC), y, posteriormente, la población alcanzó una fase estacionaria aumento a 2.45 y 2 log a los 101 y 122 días, respectivamente (Fig. 4).

A los 12 °C, BAL aumentaron a 2 log después de 39 días, y 2,33 y 2,35 log a 101 y 122 días, respectivamente (Fig. 4).

A 4 °C, se observó un comportamiento más inestable. Después de un rápido aumento inicial (1 log UFC/g durante los 20 primeros días), la población alcanza de una fase más o menos estacionaria hasta 55 días seguida de un descenso hasta el final de la vida útil (122 días).

Este comportamiento podría explicarse por un desarrollo inicial de las especies psicrotróficas a 4 °C en la superficie del queso hasta alcanzar niveles de aprox. 6.8 log UFC / g. Posteriormente, la pérdida de humedad y el agotamiento de los nutrientes podría causar la inhibición de las estas especies predominantes produciendo de este modo la estabilización del producto. Otros estudios en quesos maduros ya han demostrado que a bajas temperaturas, puede llevarse a cabo una selección de especies microbianas a lo largo de la vida útil del alimento [30], [31].

4.4. Características físico-químicas del queso durante su almacenamiento

El pH y la a_w del queso fueron analizados en las muestras de queso durante su almacenamiento como principales factores intrínsecos que pueden afectar a la supervivencia y al crecimiento microbiano. Los valores de pH y la a_w se mantuvo sin cambios ($5,46 \pm 0,04$ y $0,9450 \pm 0,0006$, respectivamente), sin diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$), independientemente del tiempo y de la temperatura de almacenamiento.

5. CONCLUSIONES

La reducción más significativa de *L. monocytogenes* en queso curado de leche cruda de oveja se observó en las muestras almacenadas a 22 °C. El modelo primario *Shoulder* mostró un buen ajuste de los datos observados al estudio de supervivencia en relación al tiempo de almacenamiento. Del mismo modo, la relación de Arrhenius explica satisfactoriamente la dependencia de la temperatura sobre el comportamiento *L. monocytogenes*.

Se puede concluir que almacenamiento a temperatura ambiente produjo un descenso acelerado de la población de *L. monocytogenes* debido principalmente a la pérdida de humedad y al crecimiento de bacterias ácido lácticas. Éste descenso fue más moderado cuando el queso fue almacenado a temperaturas inferiores (12 y 22 °C). Este hecho conduce a pensar en un riesgo bajo para la salud de los consumidores cuando el patógeno está presente a baja concentración (UFC 100/g). Sin embargo, de acuerdo con la características físico-químicas de pH y de a_w , éste alimento podría favorecer la supervivencia y/o crecimiento de *L. monocytogenes* en ciertas condiciones de almacenamiento. Además, es muy importante tener en cuenta que durante operaciones posteriores a la maduración como son el corte, el envasado, el almacenamiento y/o la distribución, existe un riesgo de contaminación cruzada del alimento y representan una de las principales vías de transmisión de *L.monocytogenes* al consumidor.

Este estudio demostró que almacenar el queso curado de oveja de leche cruda a temperatura ambiente podría favorecer el mantenimiento de sus propiedades de calidad y de seguridad frente a *L. monocytogenes*.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto europeo BASELINE. DRL, PGG y MH agradecen el apoyo del Proyecto RTA2011-079-C02-01 del Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España.

REFERENCIAS

- [1] Doumith M., Buchrieser C., Glaser P., Jaquet C., Martin P. (2004). Differentiation of the Major *Listeria monocytogenes* Serovars by Multiplex PCR. *J.Clin. Microbiol.* 8,3819-3822
- [2] Rodríguez-Lázaro, D., Hernández, M., 2013. Real-time PCR methods for the detection of *Listeria monocytogenes* in foods. In: Rodríguez-Lázaro, D. (Ed.), *Real-time PCR in Food Science: Current Technology and Applications*. Ed. Horizon Scientific Press, Norfolk, UK, pp. 79–90.
- [3] Chan, Y.C., Wiedmann, M., 2009. Physiology and genetics of *Listeria monocytogenes* survival and growth at cold temperatures. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 49, 237–253.
- [4] EFSA. The European Union summary report on trends and sources of zoonosis, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2013. *EFSA journal* 2015; 13(1):3991.
- [5] Bernini, V., Bottari, B., Dalzini, E., Sgarbi, E., Lazzi, C., Neviani, E., Gatti, M., 2013. The presence, genetic diversity and behaviour of *Listeria monocytogenes* in blue-veined cheese rinds during the shelf life. *Food Control.* 34, 323–330.
- [6] Cogan, T.M., 2011. Microbiology of cheese, *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Second edition, pp. 625–631.
- [7] Gandhi, M., Chikidas, M.L., 2007. *Listeria*: a foodborne pathogen that knows how to survive. *Int. J. Food Microbiol.* 113, 1–15.
- [8] Almeida, G., Magalhães, R., Carneiro, L., Santos, I., Silva, J., Ferreira, V., Hogg, T., Teixeira, P., 2013. Foci of contamination of *Listeria monocytogenes* in different cheese processing plants. *Int. J. Food Microbiol.* 167, 303–309.
- [9] Schaffner, E., Mühlemann, M., Spahr, U., Schällibaum, M., 2003. Quantification of the probability of milk contamination by *Listeria monocytogenes* during manufacture of hard cheese. *Rev. Epidemiol. Sante Publique* 51, 493–503.
- [10] FAO/WHO, 2004. Risk assessment of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat foods. Interpretative summary. FAO/WHO Microbiological Risk Assessment Series 4 (Available at ftp://ftp.fao.org/esn/jemra/mra4_en.pdf).
- [11] EC, 2008. European Commission Staff Working Document SANCO/1628/2008 Ver. 9.3 (26112008): *Listeria monocytogenes* Shelf Life Studies for Ready to Eat Foods, Under Regulation (EC) No. 2073/2005 of 15 November 2005 on Microbiological Criteria for Foodstuffs. ec.europa.eu/food/food/biosafety/salmonella/docs/guidoc_listeria_monocytogenes_en.pdf.
- [12] Grupo Hibro, 2009. Nuevas Estrategias de gestión de la Seguridad alimentaria y herramientas para su ejecución. Universidad de Córdoba.
- [13] ISO, 2004a. ISO 11290-1:1996/Amd 1:2004. Modification of the Isolation Media and the Haemolysis Test, and Inclusion of Precision Data. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- [14] ISO, 1996. ISO 11290-1:1996. Microbiology of Food and Animal Feeding Stuff—Horizontal Method for the Detection and Enumeration of *Listeria monocytogenes* — Part 1: Detection Method. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

- [15] ISO, 2004b. ISO 11290-2:1998/Amd 1:2004. Modification of the Enumeration Medium. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- [16] ISO, 1998b. ISO 11290-2:1998. Microbiology of Food and Animal Feeding Stuff — Horizontal Method for the Detection and Enumeration of *Listeria monocytogenes* — Part 2: Enumeration Method. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- [17] ISO, 1998a. ISO 15214:1998. Microbiology of Food and Animal Feeding Stuff — Horizontal Method for the Enumeration of Mesophilic Lactic Acid Bacteria — Colony-count Technique at 30 degrees C. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- [18] Baranyi, J., Roberts, T.A., 1994. A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. *Int. J. Food Microbiol.* 23, 277–294.
- [19] Geeraerd, A.H., Herremans, C.H., Van Impe, J.F., 2000. Structural model requirements to describe microbial inactivation during a mild heat treatment. *International Journal of Food Microbiology* 59, 185–209.
- [20] Geeraerd, A.H., Valdramidis, V.P., Van Impe, J.F., 2005. GInaFiT, a freeware tool to assess non-log-linear microbial survivor curves. *International Journal of Food Microbiology* 102, 95–105.
- [21] Peleg, M., Cole, M.B., 1998. Reinterpretation of microbial survival curves. *Crit. Rev. FoodSci.* 38, 353–380.
- [22] Van Boekel, M.A.J.S., 2002. On the use of the Weibull model to describe thermal inactivation of microbial vegetative cells. *Int. J. Food Microbiol.* 74, 139–159.
- [23] Angelidis, A.S., Boutsouki, P., Papageorgiou, D.K., 2010. Loss of viability of *Listeria monocytogenes* in contaminated processed cheese during storage at 4, 12 and 22 degrees C. *Food Microbiol.* 27, 809–818.
- [24] Angelidis, A.S., Papageorgiou, D.K., Tyrovouzis, N.A., Stoforos, N.G., 2013. Kinetics of *Listeria monocytogenes* cell reduction in processed cheese during storage. *Food Control.* 29, 18–21.
- [25] Wemmenhove, E., Stampelou, I., van Hooijdonk, A.C.M., Zwietering, M.H., Wells-Bennik, M.H.J., 2013. Fate of *Listeria monocytogenes* in Gouda micro-cheese: no growth, and substantial inactivation after extended ripening times. *Int. Dairy J.* 32, 192–198.
- [26] Spanu, C., Scarano, C., Spanu, V., Penna, C., Viridis, S., De Santis, E.P.L., 2012. *Listeria monocytogenes* growth potential in Ricotta salata cheese. *Int. Dairy J.* 24, 120–122.
- [27] Hystead, E., Diez-Gonzalez, F., Schoenfuss, T.C., 2013. The effect of sodium reduction with and without potassium chloride on the survival of *Listeria monocytogenes* in Cheddarcheese. *J. Dairy Sci.* 96, 6172–6185.
- [28] Yousef, A.E., Marth, E.H., 1990. Fate of *Listeria monocytogenes* during the manufacture and ripening of parmesan cheese. *J. Dairy Sci.* 73, 3351–3356.
- [29] Sip, A., Więckowicz, M., Olejnik-Schmidt, A., Grajek, W., 2012. Anti-*Listeria* activity of lactic acid bacteria isolated from golka, a regional cheese produced in Poland. *Food Control* 26, 117–124.

- [30] Dolci, P., Alessandria, V., Zeppa, G., Rantsiou, K., Cocolin, L., 2008. Microbiological characterization of artisanal Raschera PDO cheese: analysis of its indigenous lactic acid bacteria. *Food Microbiol.* 25, 392–399.
- [31] Santarelli, M., Bottari, B., Lazzi, C., Neviani, E., Gatti, M., 2013. Survey on the community and dynamics of lactic acid bacteria in Grana Padano cheese. *Syst. Appl. Microbiol.* 36, 593–600.

TALLERES EDUCATIVOS EN ATAPUERCA: UN MODELO ADAPTADO AL CURRÍCULO ESCOLAR

JESÚS ALBERTO SAN MARTÍN ZAPATERO¹

Universidad de Burgos

RESUMEN

Las investigaciones seguidas sobre los hallazgos arqueológicos y paleontológicos han abierto un abanico de conocimientos en prehistoria que han permitido conocer mejor la evolución humana. Las estrategias de comunicación han generado afluencia de numeroso y diverso público al Complejo Cultural de Atapuerca. Uno de los grupos más numerosos y constantes a lo largo de los años ha sido el escolar. La cantidad de conocimientos y saberes generados en Atapuerca sobre nuestros orígenes y comportamiento son transversales prácticamente a todas las áreas de conocimiento de primaria y secundaria, muy especialmente a Ciencias Sociales y Ciencias de la Naturaleza

ABSTRACT

Many schools come to visit Atapuerca. Students are a large audience. That's why our team works to design educational workshops adapted to school. In our workshops children acquire the main educational competences. We want prehistory is transversal to other areas of knowledge.

Workshop, schoolchildren, fossils, human evolution, archaeological park, archaeology, school competences, Atapuerca, education, information

1. ATAPUERCA ES UN INMENSO CONTENEDOR DE INFORMACIÓN

El yacimiento paleontológico de Atapuerca es uno de los más importantes del mundo. Los hallazgos de la Sierra burgalesa son la colección más importante del planeta de restos humanos fósiles, tanto por su cantidad como por su valor en el estudio de la evolución humana. Es por ello que la Unesco los declaró en el año 2000 Patrimonio de la Humanidad.

La organización de las excavaciones y la gestión del Sistema Atapuerca (museo, centros de visitantes, parque arqueológico, yacimiento, etc) son el mayor proyecto cultural de la Comunidad de Castilla y León. Y uno de los más importantes de España.

Un aspecto importante de la gestión es la socialización del conocimiento. Es decir, enseñar y explicar los restos arqueológicos a un público diverso.

Los colegios y los centros de enseñanza son un colectivo muy importante que visita el Museo, el Yacimiento y el Parque arqueológico. Tenemos la importante tarea de dirigir a los centros de enseñanza una rica oferta educativa y elaborar recursos y materiales didácticos sobre prehistoria, evolución, biología o arqueología.

Desde hace más de 10 años los profesores traen a sus alumnos a visitar los yacimientos porque los yacimientos ofrecen muchos conocimientos sobre distintas disciplinas o materias. Por ejemplo Atapuerca enseña al estudiante cómo era la vegetación hace 1 millón de años, cómo era la fauna, qué tipo de clima había, las distintas especies de humanos que vivieron allí, cómo eran sus herramientas.

Es decir Atapuerca es un contenedor inmenso de información. Información importante para profesores de biología, de historia, de geología, de filosofía.

1.1. ¿Por qué hay tanta información en Atapuerca?

En primer lugar por Atapuerca discurren tres ríos, la abundancia de agua fue importante para el asentamiento humano. En la Sierra también hay materias primas aptas para la elaboración de herramientas de piedra (sílex y cuarcita). La riqueza natural del entorno hizo posible la ocupación recurrente por parte de grupos humanos desde la prehistoria hasta nuestros días.

Porque los yacimientos que excavamos son cuevas que se han rellenado de sedimento miles de años atrás.

Hace aproximadamente 1,5 millones de años, estas cuevas fueron frecuentadas con diferentes finalidades: refugio temporal, trampa natural para cazar animales e incluso campamento o hábitat de larga duración. Y sus sedimentos tienen información sobre la fauna, los humanos que vivieron, la flora y el clima.

Por eso vienen profesores y alumnos de asignaturas diferentes como por ejemplo de biología, geología, filosofía o historia.

Muchas disciplinas se dan cita en Atapuerca. Por eso el equipo didáctico CONSIDERAMOS importante elaborar diferentes talleres para diferentes asignaturas o materias. Y también diferentes talleres para diferentes edades de alumnos.

Además de los objetivos académicos también queremos fomentar en los más jóvenes el cuidado y la preservación de este tesoro arqueológico.

2. LA SOCIALIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO DIRIGIDO A ALUMNOS DE PRIMARIA Y SECUNDARIA

Es importante conocer los descubrimientos de la Sierra de Atapuerca para comprender las claves de la evolución humana. La Sierra de Atapuerca tiene la mayor cantidad de fósiles humanos del mundo pertenecientes a dos especies extinguidas: Homo antecesor y Homo Heidelbergensis. Estos seres humanos fueron nuestros primeros ancestros europeos. Los primeros que vivieron e intervinieron sobre nuestro territorio.

Aunque h. antecesor y h. heidelbergensis fueron especies distintas a nosotros es importante explicar a los jóvenes que ambos fueron seres humanos.

Estos seres humanos se comunicaban, utilizaban herramientas, explotaban el entorno en busca de alimento, emigraban, tenían enfrentamientos con otros grupos, cuidaban de sus enfermos y buscaban una explicación a su existencia.

Todavía está extendida en la sociedad y en los más jóvenes una imagen del hombre prehistórico como un ser bruto, carente de sentimientos o tonto. Socializar el conocimiento es superar prejuicios. El alumno tiene que llegar a conclusiones a partir del conocimiento científico.

El alumno aprende en nuestros talleres a aplicar el método científico e intentamos despertar su pensamiento crítico.

En 2011 los visitantes del museo, yacimiento y parque arqueológico fueron 355.149. De los cuales 75.174 visitantes fueron alumnos de Centros Educativos y Colegios. Y más de la mitad corresponden a alumnos de secundaria.

3. DIDÁCTICA

En la sociedad actual, la ciencia es un instrumento indispensable para comprender el mundo que nos rodea. Los avances tecnológicos van transformando nuestras condiciones de vida. Por eso, es importante desarrollar, en los jóvenes, actitudes responsables sobre aspectos ligados a la vida, los recursos o el medioambiente. Por otro lado, acercarse al conocimiento del pasado y del espacio habitado por los seres vivos y por nosotros, los humanos, son tareas imprescindibles para entender el presente y para afrontar el futuro.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivos Generales

- Los Talleres tienen como objetivo general que el alumnado pueda desarrollar estrategias de búsqueda, de indagación, formular hipótesis, trabajar en equipo y presentar las conclusiones.
- Acercar de manera amena el modo de investigación científico
- Despertar la curiosidad de los alumnos
- Relacionar contenidos de la escuela con los contenidos de nuestros Talleres. Ofrecemos a los profesores una hoja de evaluación de contenidos para conocer el grado de conexión de nuestros talleres con el día a día en el Aula.
- Ofrecemos temas transversales de educación en valores como el “cuidado de la naturaleza” y el “respeto del Patrimonio”.

4.2. Objetivos específicos

- Distinguir diferentes tipos de rocas y su relación con la elaboración de herramientas en el pasado.
- Aprender a observar las marcas de un hueso y conocer la procedencia y finalidad de las mismas.
- Conocer vocabulario específico sobre prehistoria y arqueología.
- Explicar de manera escrita y oral las conclusiones del trabajo en el Taller.

5. METODOLOGÍA

Un taller es una experiencia didáctica que tiene por finalidad la construcción del conocimiento por parte del alumnado. Ello se consigue a través de la utilización del método científico. No se pretende que los alumnos sean investigadores, sino que se les facilitan algunas de las estrategias de conocimiento que la ciencia utiliza para que aprendan a desarrollarlas y de esta forma vayan adquiriendo un espíritu crítico. Fundamentalmente el método científico parte del planteamiento de una pregunta, la

formulación de una hipótesis, el desarrollo de una investigación a partir de materiales que proporcionan información y la exposición de unas conclusiones. El taller que presentamos mantiene ese esquema que se desarrolla a partir de tres bloques de trabajo.

Los marcos de referencia metodológicos son dos fundamentalmente:

- **Constructivismo:** ofrecemos al alumnado herramientas que le permitan crear sus propios procedimientos para resolver una situación que nosotros proponemos y que presenta cierta problemática, lo cual implica que sus ideas se modifiquen y siga aprendiendo. Consideramos que el alumnado es poseedor de conocimientos previos, que le pertenecen, que ha podido aprender en su entorno. A partir de ahí guiamos, ofrecemos recursos, lanzamos preguntas, invitamos al debate para que el alumnado construya conocimientos significativos, nuevos.
- **Aprendizaje significativo y funcional:** el aprendizaje significativo es un aprendizaje relacional, propone una conexión de lo que enseñamos con conocimientos anteriores, con situaciones cotidianas, con la propia experiencia del joven, con situaciones reales. Por qué somos como somos, o por qué nuestra mascota tiene ese color de pelo y no otro, o se comporta de una determinada manera etc, son interrogantes que día a día uno puede hacerse. Proponemos en los talleres un aprendizaje funcional, cercano y práctico que ayuda al alumnado a ser competente, a adquirir Competencias Básicas.

Estrategias y Técnicas Metodológicas

- a. Trabajo de investigación: proponemos un acercamiento al trabajo de investigación realizado en grupo.
- b. Estrategia de Indagación: invitamos a la reflexión y a la formulación de conjeturas para que adquieran los conocimientos.
- c. El estudio de casos (esta estrategia es útil para abordar el aprendizaje de los procedimientos relacionados con la causalidad múltiple).
- d. Los talleres tiene programadas un conjunto diversificado de actividades.
- e. Empleo de vocabulario rico y diverso adaptado terminológicamente a mi grupo.
- f. El Taller se desarrolla en grupos lo que posibilita el trabajo de la integración y la convivencia.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Marcos Saíz, F. J. (2006). La Sierra de Atapuerca y el Valle del Arlanzón. Patrones de asentamiento prehistórico. Dosssoles.
- Santos y Ganges, L., Lalana Soto, J. L. (2009). Ferrocarril y territorio: el caso de la sección 7ª del Santander-Mediterráneo. V Congreso de Historia Ferroviaria. Palma
- Carbonell, E., Rodríguez, X.P. (1999). Atapuerca y la Evolución Biológica y Cultural de los Humanos. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. (7.2), (112-120).
- Hernando, A. (2012). Teoría Arqueológica y Crisis Social. Complutum, (vol.23 28) (127-145)

Ruiz Zapatero, G., Álvarez-Sanchís, J. (1997) Prehistoria, texto e imagen. El pasado en los manuales escolares. *Arx2-3* (149-164).

Martínez Mendizábal, I. (2003). El origen de la mente simbólica: la evidencia paleontológica. *Ars Medica. Revista de Humanidades*. (16-29)

UNDERSTANDING DNA HAIRPINS OPENING RATES BY MESOSCOPIC MODEL

MARTA MARTY¹, SANTIAGO CUESTA LÓPEZ¹, ODA DAHLEN², TITUS S. VAN ERP²

¹*ICCRAM, Science and Technology Park, University of Burgos. (SPAIN)*

²*Department of Chemistry, Norwegian University of Science and Technology (NTNU) Høgskoleringen 5, Realfagbygget D3-117 7491 Trondheim, Norway*

RESUMEN

Hemos aplicado una adaptación del modelo Peyrard-Bishop-Dauxois (PBD) para estudiar la desnaturalización de horquillas de ADN para las cuales hay disponibles datos experimentales. Este es uno de los primeros estudios cuantitativos en el cual, resultados dinámicos obtenidos del modelo mesoscópico, se compran con experimentos. Nuestros resultados muestran que, añadiendo una barrera entropica al potencial del modelo PBD, podemos reproducir de forma precisa los resultados experimentales.

Palabras clave: ADN, Horquillas, Constantes de velocidad, Dinámica Biomolecular, Modelización, Simulación computacional

ABSTRACT

We applied an adaptation of the PBD model to study hairpin denaturation for which experimental data are available. This is one of the firsts quantitative studies in which dynamical results from the mesoscopic PBD model have been compared with experiments. Our results shows that adding a entropic barrier to the potential of the PBD model, we can reproduce accurately the experiments results.

Keywords: DNA, Hairpins, Rate constants, Biomolecular Dynamics, Modelling, Computer simulation

1. INTRODUCTION

Understanding the physics of Deoxyribonucleic acid (DNA) is a challenge, and simple models of the molecule can help because they allow us to determine what are the essential features that are necessary to generate its remarkable properties [1]. Despite the fact that a half century has passed since the discovery of the structure of the DNA double helix [2], major questions still remain regarding its thermodynamic behaviour and stability [3]. The knowledge of the DNA structure is not sufficient for understands the biologic process [4-5], is necessary to understand how this structure affects its equilibrium properties and the dynamic of the DNA molecule [6].

The local opening of DNA is an intriguing phenomenon from a statistical-physics point of view, but is also essential for its biological function. For instance,

the transcription and replication of our genetic code cannot take place without the unwinding of the DNA double helix [6]. Understanding the simple process of how the base pairs separate under thermal fluctuations, i.e the thermal denaturation of DNA, is key in many biotechnology applications, included the design of molecular beacons (DNA hairpins) [7]. DNA denaturation is becoming important for nanotechnology as DNA is now used for its self-assembly properties to create nanodevices or to design molecular memories [8]. Also, hairpins forms part of many RNA configurations and they are involved in the regulation of gene expression [9], DNA recombination [10], and facilitation of mutagenic events [11]. Due to this important features, we have wanted to base our study in DNA hairpins.

A DNA hairpin is a secondary structure of DNA. These molecules are made of a long single strand of DNA, which its bases sequences are complementary to each other in each of its two terminal regions. As a result the two end-regions can self-assemble in a short DNA double helix, called the stem, while the remaining central part of the strand forms a loop. [1,7,12] (See Fig. 1). Hairpins are highly dynamic structures and they fluctuate between different conformations. In a simplified definition, we can say that they fluctuate between two main states, the closed state, where the bps of the stem are paired, and the open state, where the bps of the stem are free [13].

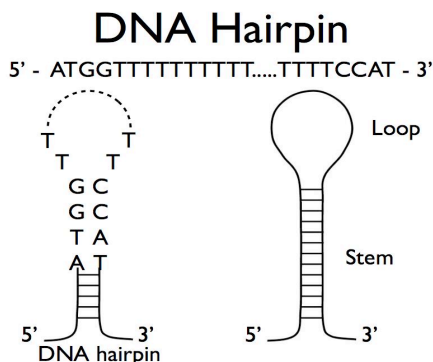


Figure 1. Schematic view of the DNA hairpin. The bases at the two ends of the hairpin are complementary to each other and forms the dsDNA stem and the bases at the center of the molecule are free forming the loop.

Most of the previous studies of hairpins deal with the structure of the folded state or with the thermodynamics of the folding–unfolding transitions. Knowledge about the kinetics of the hairpin transitions is limited to a few isolated measurements of the characteristic opening and closing rates [13]. Based on previous results, the main goal of our work is to try of reproduce the experimental opening rates of hairpins found in the bibliography, by using a improvement of the PBD model.

How our job is based in hairpins study, we have to make an adaptation in the PBD model for the hairpins. The full process of the closing of DNA hairpins is quite complex but it have been proposed two possible ways for adapt the PBD model for studying DNA hairpins [12,14-15]. We adopted the approach given by Hanne *et al.* [14] for reasons of computational efficiency. This approach, is based in the flexibility of the base pair at the end of the stem, just before the loop starts, which is restricted

by an additional confining potential that is added to the Morse potential. Besides, in this work we propose equal to it was proposed by Peyrard *et col* in reference 17, the use of a extra barrier in the Morse potential of the PBD model, to try the reproduce this phenomenology.

2. RESULTS AND DISCUSSION

We investigated the opening rate of hairpins in reference 16. In this reference, the authors measured room temperature rate constants for a series of hairpins with identical tetraloops and stems ranging in length from 6 to 30 base pairs and with 50% of content in GC-base pairs.

We have made a lot of molecular dynamics simulations to obtain the opening rate of this hairpins using our implementation of the PBD model and checking different sets of parameters for the model. Two parameter sets frequently used for the PBD-model are the one introduced by Campa and Giansanti [18,19] and the more recent work set by Theodorakopoulos [20], where he present a predicted melting profile of a determined DNA sequences and discuss the use of the PBD model with this parameters obtained by fitting the melting profiles, for to study the local DNA flexibility. We have tried with these sets of parameters but, like we said before, adding the entropic barrier to the potential in the PBD model, in the same way that it has been proposed in Ref. 17. But first of this, we have tested the own parameters in Ref. 17 and a variation of this parameters but keeping the shape of the potential and we have could to check that it answers a correct representation.

Since we consider the problem of the fluctuation dynamics of hairpins is still unknown, we want to make a theoretical analysis and compare it with experimental available results, in order to determine the basic mechanisms controlling the properties of DNA hairpins. The main problem is to understand the mechanism of hairpins transition and our aim in this study is to introduce a simple approach that allows us to identify the basic phenomena involved in the statistical and dynamical properties of DNA hairpins. Other models have been used to explain this phenomenology [1,12] and also PBD model has been used previously with qualitative results [7,14]. PBD model has been successfully used with other problems like the description of the sharp melting transition of dsDNA [21], prediction bubbles in DNA sequences [22] or persistence length and DNA flexibility [23]. Thus, we use PBD model to try to explain the hairpin opening transition, but we depart from the same approach in Ref. 17 in which they put an extra barrier in the Morse potential of the PBD model to explain the melting of short DNA molecules.

With this implementation of the PBD model, we did simulations to calculate the opening rates of the hairpins. We saw that adding the barrier into the potential, the order of magnitude of the rate constants calculated, is more accurate than the ones obtained with the same model without barrier [7] which are 10^7 and 10^5 orders of magnitude higher with Campa and Giansanti and Theodorakopoulos parameters respectively.

Fig.2 shows the denaturation constant of hairpins as a function of increasing stem length. We can see in it, that only adding the entropic barrier to the PBD model we have opening rates only 10^1 higher than the experimental ones, while the previous results showed higher differences. All the parameter sets checked, keep the shape of

the potential with the entropic barrier but we played with the high of the barrier and the plateau of the potential.

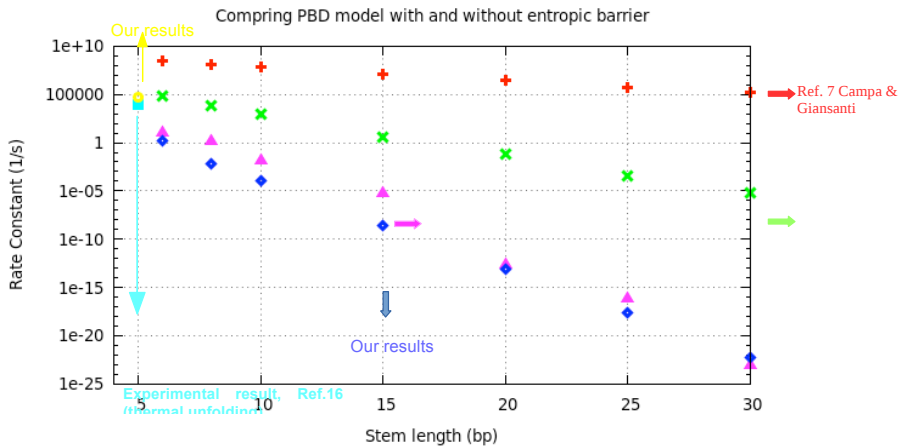


Figure 2. Rate constant calculated with different sets of parameters and with PBD model with and without entropic barrier for hairpins in Ref.16.

We tasted our model with other references of experimental opening rates for hairpins. In Ref. 16, also measure the thermal unfolded rate of different hairpins that is exactly the conditions of our model and this is the meaning of the two points added in Fig. 2.

Like we said before, other authors use PBD model to explain this phenomenology [7,14] but they only obtain qualitative results while our model with the barrier we obtain the same order of magnitude that it can expected for the experiments. We fix the model with choosing a correct parameterization to obtain significant results in agreement with experiments.

3. CONCLUSION

In this work we showed that adding a entropic barrier for closing in the intra-pair Morse potential of the nonlinear model of DNA modify and improve the description of the rate openings for DNA hairpins. Only adding the barrier, the constants calculated with our model are more accurate with the experimental ones (at least the same order of magnitude). Further studies combining theory and experiment on various sequences are certainly necessary to create improved mesoscopic DNA models.

REFERENCIAS

- [1] S. Cuesta-López, M. Peyrard, and D.J. Graham, *Eur. Phys. J. E* 16, 235–246 (2005)
- [2] J. Watson, F. Crick, *Nature* 1953, 171, 737–738.
- [3] R. Dimitrov, M. Zuker, *Biophysical journal* 2004, 87, 215-226
- [4] M. Peyrard, A. R. Bishop, *Phys. Rev. Lett* 1989, 62, 2755.
- [5] B. Alexandrov et al., *J Phys-Condens Mat* 21, 034107 (2009).

-
- [6] T. S van Erp, S Cuesta-Lopez, M. Peyrard, Eur Phys J E Soft Matter. 2006 Aug;20(4):421-34.
- [7] O. Dahlen and T S. van Erp, J Chem Phys. 2015, 142, 23, 235101
- [8] T. S. van Erp and M. Peyrard. EPL, 98 (2012) 48004
- [9] Zazopoulos, E., Lalli, E., Stocco, D. M. & Sassone-Corsi, P. (1997) Nature 390, 311–315.
- [10] Froelich-Ammon, S. J., Gale, K. C. & Osheroff, N. (1994) J. Biol.Chem. 269, 7719–7725.
- [11] Trinh, T. Q. & Sinden. R. R. (1993) Genetics 134, 409–422.
- [12] J. Errami, M. Peyrard, and N. Theodorakopoulos, Eur. Phys. J. E 23, 397–411 (2007)
- [13] G. Bonnet , O. Krichevsky and A . Libchavber, Proc. Natl. Acad. Sci. USA 95, 8602–8606, 1998
- [14] J. Hanne, G. Zocchi, NK. Voulgarakis, AR. Bishop, Rasmussen, KO, Phys Rev E, 76, 011909 2007
- [15] O. Kratky, G. Porod, Recl. Trav. Chim Pays-Bas 68, 1106 (1949).
- [16] MT. Woodside, WM. Behnke-Parks, K. Larizadeh, K. Travers, D. Herschlag, and SM. Block, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 103(16), 6190–6195 (2006).
- [17] M. Peyrard, S Cuesta-Lopez, D Angelov, J. Phys.: Condens. Matter 21 (2009) 034103
- [18] A. Campa and A. Giansanti, Phys. Rev. E 58, 3585 (1998)
- [19] A. Campa and A. Giansanti, J. Biol. Phys. 24(2-4), 141–155 (1999)
- [20] N. Theodorakopoulos, Phys. Rev. E 82, 021905 (2010).
- [21] A. Wildes, N. Theodorakopoulos, J. Valle-Orero, S. Cuesta-López, JL. Garden, M Peyrard, Phys. Rev. Lett. 106, 048101 (2011)
- [22] T S. van Erp, S. Cuesta-Lopez, JG. Hagmann, M. Peyrard, Phys. Rev. Lett. 95, 218104 (2005)
- [23] N. Theodorakopoulos, M. Peyrard, Phys. Rev. Lett. 108, 078104 (2012)

EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DURANTE EL ESTIRÓN PUBERAL

REBECA GUTIÉRREZ MANJÓN¹, SARA RAQUEL ALONSO-TORRE² Y
MARÍA DEL MAR CAVIA CAMARERO³

1, 2, 3: Área de Nutrición y Bromatología. Facultad de Ciencias. Universidad de Burgos

RESUMEN

La adolescencia va a consistir en una fase de la vida en la que se da la confluencia entre los cambios fisiológicos y aquellos que dan lugar a una maduración emocional y social, tan esenciales que marcarán un punto de inflexión en el desarrollo del individuo hacia la vida adulta. Durante esta etapa se va a producir un hecho de notable trascendencia: el crecimiento. Gracias a éste, en el cuerpo del adolescente se van a producir cambios en la morfofisiología que dependen de factores genéticos y ambientales, como la nutrición. Estudiar los cambios morfológicos que se producen en la etapa conocida como el estirón puberal, junto con los propios cambios anatómicos propios de este periodo, pueden ser la herramienta para analizar cómo los hábitos alimentarios influyen sobre la morfofisiología. Por ello, resulta imprescindible llevar a cabo una correcta valoración del estado nutricional que permita establecer las pautas alimentarias y nutricionales necesarias para una adecuada calidad de vida. Con este estudio se pretende además llevar a cabo una intervención nutricional precoz, sistematizada y eficiente.

PALABRAS CLAVE: Composición corporal, antropometría, porcentaje de grasa corporal, índice de masa corporal, pliegue tricípital, bioimpedancia.

ABREVIATURAS: PCU (perímetro cintura umbilical), IMC (índice masa corporal), PCT (pliegue tricípital), ICT (índice cintura-talla).

ABSTRACT

Adolescence is a phase of life in which the confluence of physiological changes is given and those that lead to emotional and social maturation. All of them are so essential that they are going to mark a turning point in the development of the individual to life adult. During this stage, is going to happen a fact of considerable importance: growth. Thanks to this, in the body of the teenager happen changes in morphophysiology that depend on genetic and environmental factors such as nutrition. Studying the morphological changes that occur in the stage known as the pubertal growth spurt, along with their own anatomical changes of this period themselves, they can be the tool to analyze how eating habits affect the morphophysiology. Therefore, it is essential to carry out a proper assessment of nutritional status in order to establish food and nutrition guidelines necessary for an adequate quality of life. This study is also intended to carry out an early, systematic and efficient nutritional intervention.

KEYWORDS: body composition, anthropometry, body fat percentage, body mass index, triceps skinfold, bioimpedance.

1. INTRODUCCIÓN

La adolescencia es un periodo de la vida caracterizado por profundos cambios tanto fisiológicos como psicológicos en los que una correcta alimentación va influenciar en cómo esos cambios puedan acontecer.

Es un hecho relevante y que preocupa a la sociedad en todos sus niveles, que en las últimas décadas se han producido una serie de cambios en los patrones de alimentación y sedentarismo en los países industrializados [1] los cuales se han traducido en un aumento de la talla y peso y en una maduración más rápida de los niños; sin embargo, también se ha producido un aumento de los trastornos de la conducta alimentaria, tanto por defecto como por exceso. Este último caso ha conllevado a un aumento de las frecuencias de sobrepeso y de obesidad, tanto en la población adulta como en la infantil [2]. Así, hay estudios que afirman que hay una tasa de obesidad abdominal que llega a un 21,3% en niños de 6 a 11 años y a un 14,3% de adolescentes de 12 a 17 años [3].

Una correcta alimentación, y por lo tanto una adecuada nutrición, van a ser puntos clave para que el sujeto se desarrolle de forma correcta y no manifieste ningún problema asociado a malos hábitos alimenticios [4]. La correcta nutrición de los adolescentes, sobretudo en la primera etapa de la adolescencia que incluye el rango de edad entre los 11 y 13 años, disminuye la obesidad abdominal y el desarrollo de patologías asociadas [5].

Estudiar los cambios morfológicos que se producen en la etapa conocida como el estirón puberal, junto con los propios cambios anatómicos propios de este periodo, pueden ser la herramienta para analizar cómo los hábitos alimentarios influyen sobre los anteriores parámetros [1]. Por ello, resulta imprescindible llevar a cabo una correcta valoración del estado nutricional que permita establecer las pautas alimentarias y nutricionales necesarias para una adecuada calidad de vida.

La evaluación conjunta de diferentes parámetros nutricionales ha sido utilizada para el diagnóstico precoz de la obesidad [6]. Por ello el objetivo esencial de este estudio será analizar, no sólo cómo se producen los cambios morfológicos en los adolescentes durante un periodo concreto de tiempo, sino sus hábitos y conductas nutricionales.

2. OBJETIVOS:

- Conocer el estado nutricional de un grupo de adolescentes de 1º y 2º de la ESO.
- Estudiar cómo varía el estado nutricional de dichos adolescentes según el sexo y a lo largo del tiempo.
- Estudiar la validez de la aplicación de una serie de fórmulas para determinar la composición corporal a un colectivo adolescente.
- Profundizar en el patrón alimentario, gustos, preferencias y hábitos de actividad física de los adolescentes.
- Fomentar la adquisición de conocimientos y hábitos adecuados de alimentación en los adolescentes.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio lo conforman sujetos pertenecientes al IES Cardenal López de Mendoza situado en Burgos capital. La muestra escogida es de 100 alumnos de 1º ESO con lo que su edad media es de 12,4 años en el momento de comienzo del estudio. De la muestra $N=100$, 52% son mujeres y 48% varones, con unas características sociales bastante homogéneas.

Los alumnos participantes en este estudio se sometieron a una valoración de su composición corporal, para lo que se realizarán diferentes medidas antropométricas y de bioimpedancia, a una determinación de la actividad física y a una valoración de su ingesta de alimentos y nutrientes, para lo que tendrán que contestar diferentes encuestas de actividad física y dietéticas. Además, realizarán dos talleres de educación nutricional.

Para la determinación del porcentaje de grasa corporal (%GC) se utilizaron diferentes ecuaciones (Siri, Siri modificado, Lohman, Johnston, Deurenberg IMC, Deurenberg PCU, Deurenberg PCU y PCT, CUN BAE y porcentaje de grasa a partir del ICT). También se usó un equipo de bioimpedancia eléctrica.

4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1. Peso, altura e imc. Peso saludable

Los valores de **peso** medio, si bien fueron superiores en el caso de las chicas, no se hallaron diferencias significativas entre ambos colectivos (chicas y chicos). Dentro del mismo colectivo existen diferencias significativas entre tomas, tanto en el caso de los chicos como en el de las chicas. A lo largo del estudio, el peso aumentó en 6,0 kg en chicos y en 3,8 kg en chicas.

Con respecto a la **altura**, el aumento en chicos fue de 8,8 cm y de 4,3 cm en chicas, encontrándose diferencias significativas entre ambos colectivos ($p<0,05$) para todas las tomas.

Es destacable que en la muestra, la tendencia fue a un crecimiento más lento en los últimos meses del estudio, ganándose únicamente 2 cm de media en los últimos 6 meses, tanto en chicos como en chicas.

A partir del peso y la altura se calculó el **IMC**. El valor medio global, considerando todas las tomas y los dos colectivos, fue de $19,5\pm 2,4$ kg/m²

El IMC varió en función del colectivo, siendo mayor en chicas que en chicos. Hubo diferencias significativas entre chicos y chicas para todas las tomas. Con el fin de valorar el estado nutricional de los adolescentes en función del IMC, se percentilaron estos valores según diferentes tablas. Se usaron las tablas de Orbegozo [7] y las tablas de la OMS [8], obteniéndose resultados distintos.

Dependiendo de las tablas y de la toma, la situación nutricional del grupo se modifica. En todo caso se observa que, de media, más del 80% del colectivo evaluado se encuentra en situación de normopeso, menos del 20% en situación de exceso ponderal y son muy bajos y en alguna toma nulos los porcentajes de individuos en bajo peso.

4.2. Perímetros: perímetro del brazo, perímetro muscular del brazo y área muscular del brazo y pliegue tricípital

Hubo diferencias estadísticamente significativas entre chicos y chicas con respecto a valores del perímetro del brazo, perímetro muscular del brazo y área muscular del brazo. Aunque el perímetro del brazo fue mayor en chicas, los valores referentes al compartimento muscular del mismo fueron mayores en chicos. Este hecho va en consonancia con que las chicas obtuvieron un mayor valor de pliegue tricípital.

4.3. Grasa corporal

Con respecto al porcentaje de grasa corporal, fue significativamente mayor en chicas que en chicos, tanto por la determinación de la misma mediante diferentes ecuaciones, como por la bioimpedancia. Para el cálculo del porcentaje de grasa corporal se determinó que, de todas las ecuaciones utilizadas, entre las que no hubo diferencias significativas fueron para chicos la de Lohman, Siri Modificada y para chicas Siri Modificada, la de Deuremberg IMC. La bioimpedancia tampoco presentó diferencias significativas con ninguna de las ecuaciones anteriores, por lo que se propuso como un buen método de estimación del porcentaje de grasa corporal, tanto en chicas como en chicos. Al determinar la situación nutricional en función del porcentaje de grasa corporal, se hallaron diferencias en función de las ecuaciones utilizadas. Aun así, mayor número de chicas se encontraron en situaciones de sobrepeso que los chicos y éstos presentaron mayor número de situación de bajo peso.

4.4. Distribución de la grasa

Respecto a la distribución de la grasa corporal, todos los valores estudiados (el ITC, perímetro de la cintura umbilical y la relación cintura umbilical-cadera) fueron mayores en chicas que en chicos. También hubo más chicas que se encontraron en situación de sobrepeso en relación a esos índices.

4.5. Gasto energético

El GET varió en función de las fórmulas utilizadas y fue mayor en chicos que en chicas a lo largo de todas las tomas y con todas las fórmulas. Todos los chicos tenían un valor de actividad física más alto que las chicas. Con respecto a la inactividad, aquellos sujetos que dormían un mayor número de horas al día, tenían menor tasa de sobrepeso y obesidad.

4.6. Valoración cualitativa de la dieta

La valoración cualitativa de la dieta de la muestra estudiada refirió un exceso de consumo de carnes y embutidos, pero adecuado de pescado, huevos y lácteos. El de legumbres, aunque dentro de las recomendaciones, podría ser mejorado para disminuir el de carnes. El de frutas y hortalizas no feculentas fue muy bajo. El de cereales fue adecuado, aunque el de pan fue bajo y nulo el de cereales de origen integral. La grasa de elección fue el aceite de oliva y el consumo de alimentos poco recomendables como bollería, chuches, alimentos industrialmente elaborados y bebidas refrescantes fue muy bajo y mayor en chicos que en chicas. Este hecho puede ir en consonancia con la baja tasa de sobrepeso y obesidad de la muestra.

4.7. Valoración cuantitativa de la dieta

En relación a la valoración cuantitativa de la dieta, se obtuvieron resultados variables en función del tipo de cuestionario utilizado (CFCA y R24h). No hubo diferencias estadísticas entre chicos y chicas con respecto a la energía total ingerida y al porcentaje de la energía aportado por las proteínas, sí presentándose en el porcentaje de la energía de hidratos de carbono y grasas. Este patrón se mantuvo tanto para los R24h como los CFCA. Aun así, tanto en chicos como en chicas, la dieta fue desequilibrada nutricionalmente con un exceso de consumo de proteínas y grasas y bajo consumo de hidratos de carbono.

4.8. Distribución energética de la ingesta:

En cuanto a la distribución energética a lo largo del día se obtuvo que hay una menor de la debida en el desayuno, siendo excesiva en la hora de la comida y adecuada en media mañana, merienda y cena. En el caso de los chicos, la distribución energética fue más adecuada a las recomendaciones. En relación a este aspecto, la calidad del desayuno también fue significativamente mejor en chicos que en chicas. Sólo un 1% de la muestra no desayuna nunca.

4.9. Programa de intervención nutricional

Gracias al programa de intervención nutricional, se mejoró la calidad de la dieta de los sujetos estudiados ya que aumentaron el consumo de verduras, de frutas únicamente en el desayuno y de pescado. Además, se disminuyó el de bollos. Cuando finalizó el programa, hubo mayor número de adolescentes que refirió comer todo tipo de alimentos que al principio del mismo. Los alimentos preferidos de los adolescentes estudiados fueron carne, pasta y pizza. Los alimentos a los que mostraron más rechazo fueron el pescado, verduras y legumbres. A pesar de las limitaciones de la intervención educativa se ha detectado una ligera mejora en la calidad global de la dieta, por lo que es necesario implementar en el ámbito escolar programas de educación nutricional con el objeto de orientar y modificar los hábitos y conductas hacia un estilo de vida saludable.

REFERENCIAS

- [1] Carrión J. M. M. (2002). Biología, historia y medio ambiente. La estatura como espejo del nivel de vida de la sociedad española. *Ayer*, 46, 93-122.
- [2] WHO. (1948). *World Health Organization Constitution. En Basic Documents*. WHO, Ginebra. Disponible en: www.who.int/es/. Recuperado el 06/07/2015
- [3] Aranceta J. (1997a). Evaluación del estado nutricional en pediatría. En J. R. Meneghello, E. N. Fanta, E. M. Paris y T. F. Puga (Eds.), *Pediatría 5ª edición* (pp. 282-294). Tomo 2. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires.
- [4] Barlow S. E. y Dietz W. H. (1998). Obesity evaluation and treatment: expert committee recommendations. The Maternal and Child Health Bureau, Health Resources and Services Administration, and the Department of Health and Human Services. *Pediatrics*, 102, 29-36.
- [5] Mahoney L. T., Burns T. L. y Standford W. (1996). Coronary risk factors measured in childhood and young adult life are associated with coronary artery cal-

- cification in young adults: the Muscatine study. *Journal of American College of Cardiology*, 27, 277-284.
- [6] Ramírez J., García J. M. F., Rodríguez G., Mesana M. I. y Aznar L. A. M. (2008). *Atención al adolescente*. En C. Redondo, M. García y G. Galdo (aut.), *Características nutricionales y alimentarias del adolescente* (pp. 121-135). Santander: PubliCan, Ediciones de la Universidad de Cantabria.
- [7] Fernández C., Lorenzo H., Vrotsou K., Aresti U., Rica I. y Sánchez E. (2011). *Estudio de crecimiento de Bilbao. Curvas y tablas de crecimiento (Estudio transversal)*. Instituto de investigación sobre crecimiento y desarrollo. Fundación Faustino Orbegozo. Bilbao.
- [8] WHO. (2006). WHO Child Growth Standards. Length/height-for-age, weight-for-age, weight-forlength, weight-for-height and body mass index-for-age. Methods and development. NLM classification. WS 103. Ginebra. Disponible en: www.who.int/es/. Recuperado el 06/07/2015

ISBN 978-84-16283-16-3



9 788416 283163



UNIVERSIDAD DE BURGOS
SERVICIO DE PUBLICACIONES E
IMAGEN INSTITUCIONAL