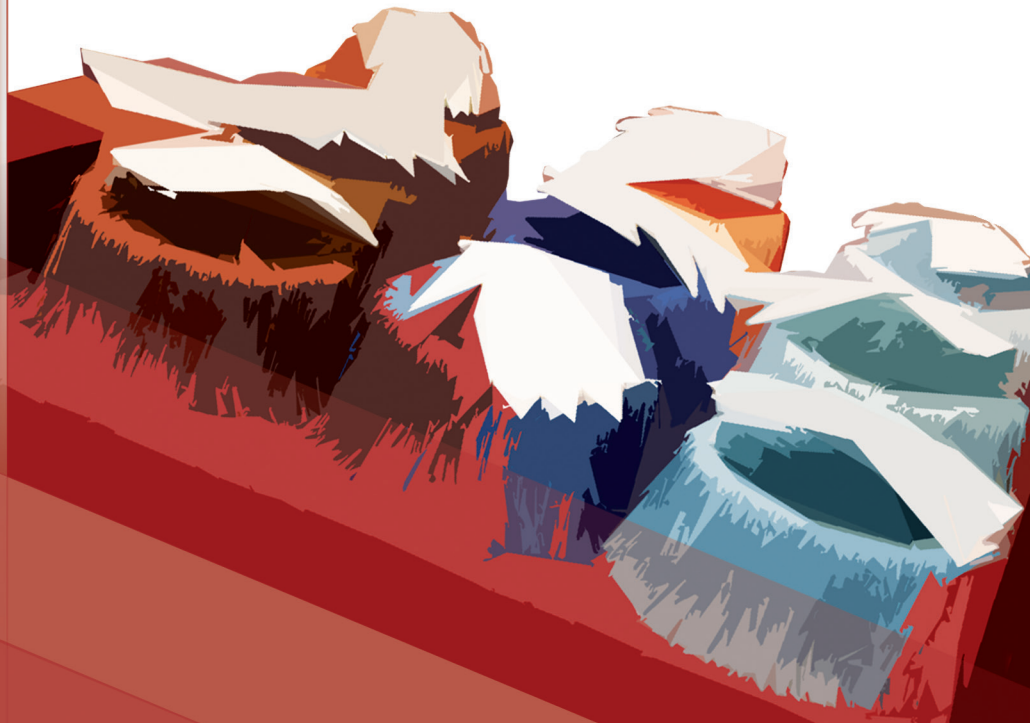
DIRECTOR:
JOAQUÍN ANTONIO PACHECO BONROSTRO
COORDINADOR:
JOSÉ LUIS CUESTA GÓMEZ

CONGRESOS Y CURSOS

III JORNADAS DE DOCTORANDOS DE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS



UNIVERSIDAD DE BURGOS

III JORNADAS DE DOCTORANDOS DE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS

Director:

JOAQUÍN ANTONIO PACHECO BONROSTRO

Coordinador:

JOSÉ LUIS CUESTA GÓMEZ

III JORNADAS DE DOCTORANDOS DE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS

UNIVERSIDAD DE BURGOS
2016

(CONGRESOS Y CURSOS, 65)

III JORNADAS DE DOCTORANDOS DE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS

UNIVERSIDAD DE BURGOS
15 Y 16 de diciembre de 2016

Esta obra ha sido editada gracias a la colaboración de:

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. Diríjase 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: 978-84-16283-30-9

ÍNDICE

PRÓLOGO **11**

CONFERENCIA INAUGURAL:
RETOS PARA LA CIENCIA ESPAÑOLA **15**

RETOS PARA LA CIENCIA ESPAÑOLA 17
Dr. Jorge Garcés Ferrer

PRIMERA SESIÓN **27**

ASSESSING THE TOXICITY OF GRAPHENE-RELATED NANOMATERIALS USING THE MODEL ORGANISM *S. CEREVISIAE* 29
Marta A. Pérez Cabo, Lorena Romero Santacreu, Santiago Cuesta López

DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA DE QPCR PARA LA AUTENTIFICACIÓN DE ACEITE DE OLIVA 41
Alba Alonso-Rebollo, Sonia Ramos-Gómez, Natividad Ortega Santamaría

SEPARACIÓN DE LACTATO SÓDICO DE LOS TENSIOACTIVOS SPAN 80 Y SDS MEDIANTE ULTRAFILTRACIÓN 49
Lara Roque, Isabel Escudero, José M. Benito

OPTIMIZACIÓN DE LA INMOVILIZACIÓN DE NARINGINASA POR ATRAPAMIENTO EN CRIOGELES DE PVA-PEG 57
Yaiza González-Temiño, Natividad Ortega, María D. Busto

EFECTOS DE UN PRODUCTO DE HOLLEJO SOBRE LA PERMEABILIDAD VASCULAR 61
Gisela Gerardi, Mónica Cavia-Sanz, Mª Dolores Rivero Pérez,
Mª Luisa González SanJose, Pilar Muñiz Rodríguez

SEGUNDA SESIÓN **63**

EMOCIÓN O COGNICIÓN,
¿QUÉ SURGE ANTES EN LA COMPRA ONLINE? 65
Paula Rodríguez-Torrico, Sonia San Martín Gutiérrez,
Rebeca San José Cabezudo

JUSTICIA RESTAURATIVA COMO CIENCIA PENAL, ENCAMINADA A MEJORAR NUESTRO DERECHO PENAL 75
Virginia Domingo de la Fuente

DETERMINANTES DE LAS DONACIONES DE LAS ONGDS ESPAÑOLAS 87
Íñigo García Rodríguez

EL "SUGAR TAX" DE REINO UNIDO Y LA INCORPORACIÓN DE EXTERNALIDADES NEGATIVAS 103
Bárbara Coêlho da Gama Santos

EL CONTEXTO CULTURAL EN LA RELACIÓN DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA Y LA REPUTACIÓN CORPORATIVA 109
Clara Pérez Cornejo

TERCERA SESIÓN 119

EL ARPA DE PEDALES. EVOLUCION DE UN INSTRUMENTO 121
Mónica Gallego López

LA NARRACIÓN ORAL *ARQUEOLÓGICO EXPERIMENTAL* COMO HERRAMIENTA DE TRANSMISIÓN DE CONOCIMIENTOS SOBRE EVOLUCIÓN HUMANA A PÚBLICO ESCOLAR 127
Jesús Alberto San Martín Zapatero

PERPETUACIÓN DE LOS ESTEREOTIPOS DE GÉNERO: ANÁLISIS DE LA PROGRAMACIÓN TELEVISIVA 133
María Eugenia Sanz Aniceto

LA MEDIATIZACIÓN DE *LO FEMENINO* EN LA PRENSA MASCULINA: EL CASO DE *TELVA Y ESQUIRE* 147
Paula Illera Miguel

PROGRAMAS EDUCATIVOS SOBRE ALIMENTACIÓN SALUDABLE LLEVADOS A CABO EN LOS TEXTOS DE LENGUA INGLESA (EDUCACIÓN PRIMARIA). 159
María Isabel Muñoz Fernández

CUARTA SESIÓN 169

PASADO Y FUTURO DE LA CRIOGENIZACIÓN DE LOS MATERIALES 171
José Calaf Chica

EL EXCESO DE CONFIANZA, UNA CAUSA DE LOS ACCIDENTES EN JORNADA Y EN TRAYECTO. APRENDER DE LA DISCAPACIDAD 183
Pedro Luis Sánchez Ortega, Miguel Ángel Camino López, José Mª Cámara Nebreda, Beatriz Núñez Angulo

NEW MODELS OF POWER DISTRIBUTION SYSTEMS. SMART GRIDS AND DISTRIBUTED GENERATION 193
Palacios Saldaña, Rodrigo, Jose Daniel Mosquera Artamonov, Eduardo Valdés Garcia

EL ESPECTRO COMPUESTO COMO HERRAMIENTA PARA LA DETECCIÓN DE DESEQUILIBRIOS ROTANTES EN MAQUINARIA 203
F. Feijoo García, F. J. Gómez Gil, J. Ruiz Calvo, J. Peláez Vara, A. Martínez Martínez, R. Ruiz González

ESTUDIO MEDIANTE EL COEFICIENTE DE MÁXIMA INFORMACIÓN DE LAS POSIBLES ASOCIACIONES ENTRE LAS VARIABLES DE LOS TEST EPR Y PAP EMPLEADOS PARA CARACTERIZAR LA CORROSIÓN POR PICADURA EN UNIONES DE ACERO INOXIDABLE AISI 304 SOLDADAS POR RESISTENCIA POR PUNTOS 209
Virginia Ahedo, Óscar Martín, José Ignacio Santos, Pilar de Tiedra, José Manuel Galán

COMPORTAMIENTO DE LAS ESCORIAS DE ACERIA EN MORTEROS DE CAL 223
J. García-Cuadrado, V. Calderón, A. Rodríguez

QUINTA SESIÓN 235

PRUEBA EXPERIMENTAL DE PROTOTIPO DE PANEL SOLAR HÍBRIDO 237
David González Peña, Cristina Alonso Tristán, Montserrat Díez Mediavilla

MULTISCALE DESIGN OF SUPERMATERIALS FRONTIER FOR HIGH PERFORMANCE ENGINEERING.....251
Jaime Ortún-Palacios, Sarah Fadda, Violeta Yeguas, Roberto Serrano-López, Antonio Mario Locci, Francesco Delogu, Nicolás A. Cordero, Santiago Cuesta-López

UNDERSTANDING ADVANCED MATERIALS FROM THE ATOMIC POINT OF VIEW 255
Claudia Pecoraro, Santiago Cuesta-López

STUDY OF BUBBLE LENGTH SIZE AND DISTRIBUTION IN DOUBLE-STRANDED DNA.....265
Marta Marty-Roda, Santiago Cuesta-López, Titus S. van Erp

APROXIMACIÓN A LA SIMULACIÓN ENERGÉTICA DE UNA GALERÍA ACRISTALADA REALIZADA CON *TRNSYS* PARA SU DEFINICIÓN CON LA HERRAMIENTA UNIFICADA LIDER-CALENER.....271
Briones Llorente, Raúl, Montero García, Eduardo

SEXTA SESIÓN.....283

SPATIAL CORRELATIONS IN THE MELTING TRANSITION OF GENOMIC FIBER DNA IN SOLUTION.....285
Adrián González, Andrew Wildes, Santiago Cuesta-López, Michel Peyrard

DESARROLLO DE NUEVOS FÁRMACOS PARA EL TRATAMIENTO DE CÁNCER DE PULMÓN DE CÉLULAS ESCAMOSAS.....291
Sandra Díaz Cabrera, Roberto Quesada Pato y María García Valverde

CONTROL DE LA QUIMIOSELECTIVIDAD EN LA SÍNTESIS DE HETEROCICLOS NITROGENADOS 299
Pablo Peña Calleja, María García Valverde, Pablo Pertejo, Roberto Quesada

SÍNTESIS, CARACTERIZACIÓN Y MORFOLOGÍA DE NUEVOS DERIVADOS BASADOS EN EL PERILENO DIIMIDAS 305
Daisy Romero-Velásquez, Tomás Torroba

FILMES ORGÁNICOS COMO SENSORES DE SUSTANCIAS DE INTERÉS....311
Blanca Sol Pascual Portal

PRÓLOGO

La diversidad de miradas, enfoques y procedimientos científicos, enriquece el avance y el conocimiento, y se configura como una de las claves actuales que aporta mayor valor a la investigación.

Las Jornadas de Doctorandos de la Universidad de Burgos, una iniciativa ya consolidada, generan un espacio para la difusión y el intercambio entre ámbitos científicos diferentes, pero a menudo complementarios, poniendo de relieve las múltiples disciplinas y metodologías que contribuyen a comprender la realidad, a menudo compleja, y generar conocimiento.

Estas jornadas abarcan el doble objetivo de reforzar las aportaciones individuales y, al mismo tiempo, motivar la necesidad de ampliar visiones, mirar la realidad desde distintos enfoques, y generar colaboraciones interdisciplinares que permiten abordar con mayor posibilidades de éxito los retos actuales de la investigación.

En estas III Jornadas de Doctorandos se presentan treinta y una ponencias que nos permiten conocer el mapa temático de la investigación doctoral en la Universidad de Burgos, y ponen de manifiesto el interés de los doctorandos y doctorandas por compartir conocimiento y sus avances en investigación.

Las Jornadas también cuentan con la participación, en la ponencia inaugural, del Dr. Jorge Garcés Ferrer, Catedrático de Políticas Sociales de la Universidad de Valencia, Catedrático Príncipe de Asturias en Georgetown University (2014-2016), y Director del Instituto de Investigación POLIBIENESTAR (Universidad de Valencia), con el que la Universidad de Burgos mantiene una estrecha colaboración. El Dr. Garcés está en posesión de una Placa Honorífica de la Universidad de Burgos, en reconocimiento a su importante contribución científica. La ponencia inaugural tiene como título *"Retos para la Ciencia española"*.

Muchas gracias por vuestro interés.

La Escuela de Doctorado de la Universidad de Burgos

Burgos, diciembre de 2016

CONFERENCIA INAUGURAL: RETOS PARA LA CIENCIA ESPAÑOLA

Dr. Jorge Garcés Ferrer.
Director del Instituto Polibienestar. UVEG. España.
Catedrático Príncipe de Asturias 2014-16. Georgetown University. Washington DC. EE.UU:

RETOS PARA LA CIENCIA ESPAÑOLA

Lección Inaugural de las III Jornadas de Doctorandos de la Universidad de Burgos. Curso académico 2016-17.

Dr. Jorge Garcés Ferrer.
Director del Instituto Polibienestar. UVEG. España.
Catedrático Príncipe de Asturias 2014-16. Georgetown University. Washington DC. EE.UU:

La colaboración científica internacional y los patrones de la ciencia están cambiando. La Ciencia es ahora una sociedad global desde la que afrontar los grandes retos de la humanidad. Los Estados que participan -y aspiran a seguir haciéndolo-, en este nuevo escenario donde emerge la "ciencia abierta" y la "ciencia ciudadana" como nuevos paradigmas de futuro, deben necesariamente dotarse de unas políticas públicas potentes.

España debe decidir si quiere participar al más alto nivel en esta nueva gobernanza científica, si quiere formar parte activa de esta comunidad de progreso, a la cabeza del desarrollo mundial. Hay razones fundadas para esta aspiración pero también retos y dificultades que superar. Debe concurrir la oportuna voluntad política con la firma de un Pacto de Estado por la Ciencia, la Tecnología y la Innovación que dote a nuestro país de las estructuras y recursos adecuados para formar parte de la élite científica europea y mundial.

La Ciencia Española ha experimentado una importante consolidación durante los últimos 30 años y goza de prestigio internacional. Los científicos españoles, formados en España, son competitivos y participan de esa gran sociedad científica mundial; se mueven motivados por trabajar con los mejores investigadores de su disciplina a nivel global. Constituyen auténticas redes de investigadores, reales y virtuales, que han revolucionado la tradición científica en el ámbito nacional y la han proyectado al mundo.

Es este un importante punto de partida, una parte de la ecuación. Pero es una corriente unidireccional, una balanza deficitaria y sin contrapartida. España exporta talento pero no lo importa. Este es el reto.

La captación de investigadores reputados internacionalmente, ya sea españoles o extranjeros, es estrategia imprescindible durante los próximos 20 años para lograr un sistema científico competitivo globalmente.

Solo así, España podrá construir un ecosistema de investigación atractivo, con recursos y competitivo a nivel mundial, en el que la atracción y retención de talento y la apertura internacional de nuestro sistema sean pilares esenciales.

Me dispongo a exponer en esta lección de apertura, una serie de recomendaciones para una Ciencia Española competitiva, sostenible e internacional, con repercusiones para el progreso científico y para la I+D+I en nuestro país. En este sentido, propongo las siguientes cinco líneas de actuación:

1. **Formar Talento,** intentando despertar vocaciones científicas tempranas, fomentando el desarrollo de la carrera profesional y la movilidad de los científicos españoles.
2. **Promover Talento en el Exterior.** Es decir, apoyar y trabajar con las comunidades de científicos españoles en el extranjero.
3. **Atraer Talento doméstico e internacional.** A través de la contratación de investigadores y académicos españoles y extranjeros.
4. **Conectar el Talento a los Retos Globales.** Mediante el fomento de la Colaboración Internacional y Contribución a los Grandes Desafíos Científicos Globales
5. **Fomentar Talento Interdisciplinar.** Creando institutos de investigación inter-disciplinares y socio-técnicos.

Por lo que respecta a la **Formación del Talento**, la Ciencia, entendida como el fomento del conocimiento y del progreso global, se sustenta en un nuevo escenario internacional, en el que las universidades y los centros de investigación más potentes del mundo compiten entre sí por atraer a los mejores estudiantes, científicos y académicos de todas las nacionalidades.

La cultura científica es, por tanto, una tarea de todos. La Ciencia pertenece a los ciudadanos y es preciso acercar la Ciencia a la ciudadanía. El gobierno puede y debe organizar y planificar estrategias para que sean reales. Ello no se consigue exclusivamente aumentando el presupuesto del gobierno en I+D+I, que es muy importante y necesario, sino vinculando la ciencia y la investigación a la sociedad.

Muchos de nuestros científicos han demostrado pasión, creatividad y talento. Después de formarse en España, han sido capaces de investigar al más alto nivel en las mejores universidades y centros de investigación del mundo. Este capital humano, muy bien formado, se inserta en los laboratorios y universidades de los países más competitivos del mundo fortaleciendo el sistema de ciencia y académico del país de acogida. Países como EEUU, Reino Unido, Alemania y Australia están a la cabeza y lideran esta tendencia con sistemas de investigación dinámicos y bien financiados. Sin embargo, el fomento de este talento no se ha llevado a cabo de manera sistemática y estratégica en España.

El talento científico se potencia desde etapas tempranas de la educación donde el contacto con las ciencias experimentales y sociales despierta vocaciones y la curiosidad por las distintas disciplinas del conocimiento científico. Para ello debe haber un programa específico en los contenidos de primaria y secundaria de nuestro sistema

educativo que tendrá como objetivo que los alumnos aprendan a hablar de ciencia, a experimentar, a tener un pensamiento crítico y analítico, a reflexionar, a presentar proyectos de investigación, a exponerse y a comunicarlos en público, y a aprender estrategias de cómo financiar estos proyectos.

En etapas más tardías, la formación continua del investigador y el acceso a oportunidades de investigación de excelencia desempeñan también un papel decisivo en la creación, difusión y uso del conocimiento. Estos procesos de aprendizaje son algo más que la incorporación de conocimientos científicos y requieren de capacidades adicionales y necesarias para competir globalmente en los centros punteros de investigación a nivel mundial.

Los investigadores líderes en las distintas disciplinas potencian su talento mediante el uso de técnicas de liderazgo y "mentoring", conocimientos de propiedad intelectual y gestión, o de divulgación científica entre otras habilidades, todas ellas complementarias a las habilidades específicas de la investigación. No existe investigación sin gestión del conocimiento si se quiere conseguir un nivel de masa crítica científica para posicionarse internacionalmente. El solipsismo científico, salvo contadas excepciones y genialidades, no tiene futuro.

Nuestro sistema de ciencia ha de promover, por tanto, el desarrollo de la carrera profesional de los investigadores españoles, como punto clave de su formación como investigador de excelencia internacional. De la misma manera, la movilidad ha de formar parte del desarrollo profesional de la carrera científica de forma muy destacada. La internacionalización del investigador se ha convertido en requisito indispensable para competir en el sistema científico mundial. Al incentivar la movilidad de la carrera profesional de nuestros investigadores, especialmente en los tramos tempranos de la formación de los jóvenes investigadores, la carrera del investigador se abre a nuevos horizontes de investigación y potenciales colaboraciones futuras.

Por consiguiente hago las siguientes recomendaciones:

1. ***Planificar desde las políticas públicas programas para despertar vocaciones y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en disciplinas científicas en las etapas tempranas del proceso educativo, con especial énfasis en la escuela primaria y secundaria con el fin de generar un impacto positivo en el acceso a la Universidad y a la Ciencia.***
2. ***Promocionar la carrera profesional de nuestros investigadores mediante el desarrollo de capacidades y habilidades (como la gestión del conocimiento, el liderazgo de equipos y la captación de fondos de investigación competitivos internacionales), complementarias a las estrictamente científicas.***
3. ***Fomentar la movilidad de los investigadores españoles, especialmente en las etapas tempranas de la carrera investigadora.***

Quiero en segundo lugar, hacer una mención especial al **Talento exterior**. La sociedad científica global está compuesta por redes de investigadores, reales y virtuales que adquieren el valor de tractores internacionales de investigación. Por ello, las comunidades de científicos españoles fuera de nuestras fronteras se erigen como

un nuevo agente, clave para la mejora de nuestro sistema de ciencia, tecnología e innovación.

En la actualidad, existen nueve comunidades de científicos españoles organizadas en todo el mundo. EE.UU., principal destino para los científicos españoles en el extranjero, tiene la comunidad de investigadores más amplia, seguida de Reino Unido, Alemania, Suecia, Dinamarca, Italia, Japón, Australia y México.

Estas comunidades organizan constantemente, conferencias, intercambios científicos, programas de asesoramiento de desarrollo de carrera y programas educativos, llamadas a fomentar la ciencia y la innovación en España y en los países de acogida.

En última instancia los beneficios de estas redes, se extienden más allá de la ciencia. Todas ellas son un mecanismo de gran potencia para las relaciones científicas entre los distintos países y facilitan un espacio de relación común. España ha de apoyar, estas redes de investigadores españoles en el exterior como agente catalizador de la colaboración internacional y la atracción de talento.

En este sentido recomiendo:

1. ***Incluir a nuestros investigadores en el exterior en nuestro sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación como un agente más del sistema, permitiendo que participen activamente en la planificación de nuestra política científica.***
2. ***Apoyar y establecer vínculos con las redes de investigadores españoles en el exterior, como actor imprescindible del sistema a la hora de catalizar la colaboración internacional y la atracción de talento.***

Ahora bien, si tenemos una asignatura pendiente en nuestro sistema científico español, es la **Atracción de Talento,** es decir la adherencia del talento tanto doméstico como exterior a nuestros sistemas académico y científico, tercer eje que no debemos descuidar. Los sistemas científicos más dinámicos y flexibles son los más competitivos a la hora de atraer los recursos humanos más cualificados. Son los países más industrializados los que tienen mayor capacidad de atraer talento y cuentan, por tanto, con una mayor proporción de científicos extranjeros. Y es un hecho que España cuenta con un porcentaje de investigadores extranjeros muy bajo en comparación con países de desarrollo científico similar.

España ha demostrado ser capaz de preparar a sus científicos a un nivel muy competitivo para investigar en los mejores laboratorios y universidades del mundo. Sin embargo, la asignatura pendiente sigue siendo el reclutamiento de talento científico hacia nuestro país. La captación de investigadores y académicos reputados internacionalmente, ya sean españoles o extranjeros, es necesario para que nuestro sistema científico sea competitivo globalmente y no se quede aislado.

Dos son los factores principales que motivan a los investigadores en su trayectoria internacional: por un lado, la búsqueda de oportunidades para mejorar sus perspectivas de carrera, y por otro, formar parte de grupos de investigación de excelencia científica. Nuestro sistema de ciencia, tecnología e innovación, tanto en la Universidades como en los institutos públicos de Investigación, se sostiene sobre la función pública. Sólo unos pocos centros cuentan con mayor flexibilidad y autonomía de contratación.

El sistema en vigor impide la captación competitiva de talento, la negociación de salarios y condiciones para atraer a los mejores investigadores del mundo, y sus recursos de investigación hacia nuestro sistema. La carrera investigadora se ve frustrada para talentosos jóvenes investigadores que, en muchas ocasiones, no se insertan en el sistema debido a las restricciones propias de acceso a la función pública.

Necesitamos nuevas fórmulas de contratación de científicos y académico de talento nacional e internacional – siguiendo el modelo de contratación evaluable según los resultados de investigación - para transformar nuestro sistema de ciencia e innovación y situarlo al nivel de otros sistemas de investigación punteros en el mundo, para fomentar la apertura de nuestras instituciones, la colaboración y la excelencia internacional de las mismas.

Mi opinión es que podríamos mejorar en este punto si:

1. ***Ofrecemos salarios competitivos internacionalmente, así como perspectivas de carrera profesional.***
2. ***Desarrollamos pasarelas de atracción de talento hacia nuestras instituciones en todos los tramos de la carrera profesional, especialmente en estadios tempranos, para atraer a los jóvenes investigadores.***
3. ***Se minimizan las barreras a la circulación de personas con talento, asegurando vías de facilitación y estatus específicos en la gestión de visados y migratoria.***

Hoy más que nunca este **talento está conectado a los retos globales**. Este cuarto factor está absolutamente constatado, aunque en España seguimos investigando sin una estrategia consensuada a largo plazo con respecto a estos retos globales. La Ciencia aborda retos de importancia global como el cambio climático, el agua, la seguridad alimentaria y energética, el cambio demográfico, el mapa del cerebro y la pérdida de biodiversidad entre otros, que requieren la colaboración de cientos de grupos de investigación y el uso, cada vez más a menudo, de grandes instalaciones científicas. Estos retos despliegan formas innovadoras de cooperación, en las que participan actores no convencionales como fundaciones o asociaciones de la sociedad civil. Por ello debemos avanzar hacia la investigación inter- institucional que asegure la transferibilidad de las investigaciones y su implementación económica y social.

La colaboración internacional se desarrolla en distintos "hubs" de excelencia que están conectados en red e interaccionan a través de sus investigadores permanentemente, y cuyos beneficios son significativos, tanto en resultados tangibles e intangibles.

España ha de sumarse a estas grandes iniciativas y retos internacionales para beneficiarse de la investigación interdisciplinar a gran escala, la generación de conocimiento y productos de base tecnológica y de explotación industrial futura. De hecho nuestro país no está todavía en el nivel de integración de grandes iniciativas científicas internacionales con respecto a sus pares de la OCDE.

Por este motivo, el apoyo a la ciencia internacional debe mantenerse y fortalecerse, aumentando nuestras contribuciones para asegurar la conexión de España con el sistema científico mundial. Asimismo, estas iniciativas internacionales deben ser incorporadas en la Estrategia Nacional de Ciencia e Innovación para que nuestros investigadores puedan beneficiarse del conocimiento y los recursos de la comunidad científica internacional.

La contribución de España, a través de sus mejores grupos de investigación, con instituciones de prestigio, fortalece además nuestra reputación científica internacional como país atractivo para hacer ciencia. Es imprescindible, por lo tanto, animar la colaboración internacional de nuestros investigadores a través de convocatorias de investigación nacionales abiertas a la participación de instituciones de excelencia extranjeras.

Los científicos no siempre necesitan vivir en los países en los que se centra su investigación. Hoy en día muchas de las convocatorias están diseñadas de manera que la localización geográfica es un requisito sólo para un porcentaje de los fondos. Los investigadores pueden mantener de esta manera varias afiliaciones y proyectos en distintos laboratorios e instituciones. Las políticas nacionales de investigación deben ser flexibles y adaptables, con el fin de garantizar que la colaboración internacional entre científicos de talento no se vea desincentivada por la burocracia.

Eso sí, el único criterio para la selección ha de ser la excelencia científica. La llamada ha de estar abierta a la participación tanto de investigadores españoles como extranjeros que quieran investigar en universidades e instituciones españolas. Estos procesos permitirán a las universidades y otras instituciones de investigación en España medir su rendimiento y desarrollar mejores estrategias para posicionarse como actores globales más eficaces.

Por último, **el talento y la investigación han ser interdisciplinares**. El enfoque científico de la investigación en España debe afrontar diferentes problemáticas esenciales, a saber: la dispersión del saber y el divorcio entre el conocimiento científico y la acción o la separación entre la ciencia básica y la ciencia aplicada.

Este conocimiento se desarrolla hoy en instituciones excesivamente jerarquizadas, con proyectos individuales por parte de los investigadores sin interactuación o conexión alguna, con la desconfianza como eje vertebrador. Estos procesos de generación de la ciencia crean ineficiencia y es esencial organizar la investigación sobre la base de estrategias integrales de generación de conocimiento, capaces de articular la multiplicidad de ángulos y perspectivas tanto desde una óptica interdisciplinar como interinstitucional.

Esta doble perspectiva, interdisciplinar e interinstitucional, consolidará y aumentará la interconexión del talento y del conocimiento, y su capacidad de predicción y además, asegurará la transferencia de resultados de investigación a la sociedad, como ya he mencionado, pero quiero reiterar.

En suma, **la ciencia es cara pero imprescindible para conquistar el futuro. La investigación científica necesita un esfuerzo en recursos mantenido en el tiempo a medio y largo plazo, producto de un Pacto de Estado de los partidos políticos y la sociedad, en aras de su consolidación y rentabilidad. El Pacto consistiría en aumentar, al presupuesto ahora consolidado de 1,24 del PIB, un 0,1 del PIB de forma continuada en 8 años, situándose en el año 2023 el presupuesto en I+D en 21.000 millones de euros, el 2,04% del PIB y en articular estructuras flexibles y competitivas internacionalmente para fomentar, atraer y retener talento en nuestro sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación .**

El siglo XXI es, entre otros, el siglo del conocimiento, la innovación y la tecnología, y una Universidad como la UBU tiene y debe aspirar a desempeñar un puesto clave a escala nacional e internacional. Ello no sólo supone un reto de cambio de mo-

delo para los profesionales de la ciencia, sino que es necesario promover un consenso en la planificación de la política científica, capaz de ser resiliente en tiempos de crisis económica. Las sociedades modernas esperan de sus líderes el diseño de estrategias y objetivos científicos a largo plazo que constituyan el eje estructural de los nuevos desafíos sociales y económicos. Por lo tanto, existe una corresponsabilidad social conjunta en todo este proceso.

Burgos cuenta hoy con una comunidad de profesionales de la ciencia altamente cualificados y en ellos se ha depositado la responsabilidad de llevar a cabo parte de este cambio. Los científicos, allá donde os encontréis, tenéis la misión de explicar a la sociedad el papel vertebral de la ciencia en la mejora de la calidad de vida y su repercusión para el futuro de generaciones venideras.

Por que, cuál es el mensaje que nos trasmite la Ciencia?. El mensaje más importante que la Ciencia nos transmite es que todo está relacionado, que nuestro mundo, nuestro universo, no es algo jerarquizado y lineal, sino holístico e integral; es decir, la realidad es un sistema complejo que supera las fronteras de lo disciplinario. Es por ello que los avances científicos deben tener necesariamente un enfoque interdisciplinario y colaborativo.

Por todo ello estimo que es esencial el impulso de nuevos doctorandos dotados del talento científico y del don de compartirlo desde un prisma interdisciplinar, un enfoque que, desde mi punto de vista, puede provocar la chispa del diálogo entre científicos que habitan en distintas fronteras del conocimiento, abonando así el campo de la contradicción y la discusión, fundamento sustantivo del estímulo para adquirir nuevos conocimientos.

La innovación y la tecnología proceden del talento y la imaginación creadora. Es lo que llevó al escritor García Márquez a expresar la frase: “todas las cosas del mundo desde las cucharas a las plumas estilográficas o los reactores, antes de aterrizar en la realidad han estado en la imaginación”.

Estoy convencido de que la investigación es al fin y al cabo la que nos convierte en participantes conscientes y responsables de nuestro propio destino, porque, en realidad, es nuestra responsabilidad y nuestro destino el que está en juego. La investigación nos permite aprender a articular las perspectivas de los diferentes saberes y, con ello, llegar a la sabiduría. Su acumulación es, junto con la cultura de un pueblo, un legado intangible de incalculable valor, necesarios para seguir avanzando hacia una humanidad más justa.

Pienso que es un deber ineludible de políticos, empresarios, instituciones y organizaciones científicas, configurar una nueva perspectiva educativa y cultural, a través de la socialización de la ciencia, que permita a las personas ocupar su auténtico lugar de **participante** en la creación de la realidad; si somos capaces de socializar la ciencia, y de que los estudiantes más jóvenes y la sociedad en su conjunto aprecie sus beneficios, habremos activado las sensibilidades intelectuales para aliviar a la humanidad del sufrimiento, de la miseria moral y económica, de la injusticia y de la exclusión social. El conocimiento innovador y la experiencia internacional nos demuestran que estar en la vanguardia del conocimiento no es una opción para un país moderno. Es el gran reto y la obligación de nuestro tiempo. Y vosotros, los profesionales de la ciencia, allá donde os encontréis, sois piezas imprescindibles en este engranaje científico y actores clave para la innovación y conocimiento técnico y social.

A los que hoy vais a ser investidos doctores en este acto académico solemne y a los doctorandos iniciados, os digo que conformáis una representación altamente significativa en todas las disciplinas científicas y en todos los niveles de desarrollo profesional. Hoy están aquí representadas futuras personalidades de la ciencia, profesionales que alcanzaréis reconocimiento internacional en vuestras

áreas de conocimiento. No olvidéis que sois referentes sociales para la vocación de nuestros jóvenes científicos y verdaderos artífices para tender puentes sólidos entre las generaciones de científicos y entre nuestra querida academia y la sociedad. Este acompañamiento, en ocasiones silencioso, nos impulsa y hace fuertes, y evidencia una madurez personal y profesional imprescindible en estos momentos para nuestro país. Hoy es un día clave en la vertebración de una comunidad de científicos marca UBU que os va a permitir crecer a través de colaboraciones y sinergias, desarrollar ideas y apoyarse, más si cabe, unos a otros. No olvidéis de dónde venís, de vuestras familias, de la sociedad que os acogió mientras habéis estado aprendiendo, es decir de vuestra "alma mater", porque ello evidencia un signo de identidad común y un alto grado de madurez cívica con una misma raíz social. Los objetivos que perseguís como colectivo científico demuestran un alto grado de generosidad, compromiso social y vocación que junto con el talento, la profesionalidad y la alta cualificación, constituyen el escaparate que proyecta la comunidad de científicos UBU allá donde se encuentre.

Decía Max Aub que somos de donde estudiamos el bachiller o de donde nos enamoramos, y yo añado, o de donde nos doctoramos. En cualquier puerto en el que atraquéis vuestro conocimiento, tened siempre presente vuestra universidad como signo de orgullo intelectual, e intentad devolverle a su comunidad de científicos y a la sociedad burguense las sinergias necesarias y colaborativas que la engrandezcan y desarrollen.

Seguid los consejos de Hannah Arendt, que nos decía que "para vivir con plenitud es necesario salir del enrejado de leyes que forman parte del aire y que pre-modelan nuestras vidas". Un camino lleno de sacrificios personales y familiares, donde hay que huir de los cantos de sirenas que acechan y donde las recompensas no son contingentes y se hacen esperar a veces demasiado. Pero es necesario en este momento saber quiénes somos, cuáles son los verdaderos valores que guían nuestras vidas y mantener vivo nuestro sueño, el que visionasteis cuando erais pequeños o jóvenes una tarde cualquiera y que, por ahora, os ha traído hasta aquí.

Es imprescindible emprender el viaje con los únicos intangibles en la mochila que la constancia, el coraje y la templanza. Coraje como alimento de nuestra voluntad y para sobreponernos al miedo, la templanza será la compañera de nuestra moderación y honestidad, mientras que la constancia, para mí la virtud más importante, nos motivará todos los días a conseguir nuestro sueño. No os olvidéis en ese viaje como decía el estoico Zenón, de ayudar a los náufragos del camino, porque el camino es largo y una de las mayores recompensas de la vida, está, justamente, en ayudar a los demás. Un viaje que deberéis hacer con humidad, imitando la vida de Diógenes, quien vivía en un tonel y filosofaba gratuitamente sentado en éste, enseñando que la felicidad consiste en conocer y saber más y no en el poder y la vanidad, normalizadas en la vida cotidiana de nuestra efímera postmodernidad. Sed ambiciosos en vuestros sueños y metas y si el

éxito os acompaña por carácter, talento o azar, liderad con compasión, con justicia, con benevolencia; es así como llegaréis a la excelencia. De otro modo triunfarán la cobardía y la desconfianza. Por consiguiente, queridos y queridas doctores y doctoras y doctorandos y doctorandas, hagamos las cosas bien porque para hacerlas mal ya están los demás, como decía Don José Ferrando, un profesor que tuve en la escuela primaria de Obispo Hervás de Puçol, pueblo de donde tengo el honor de ser Hijo predilecto.

Termino. El talento ha tenido siempre que afrontar la incertidumbre, la aventura, el viaje. La historia de la humanidad ha estado siempre vinculada con grandes viajes y grandes descubrimientos científicos: la ciencia antigua estuvo asociada al cabotaje del Mediterráneo; la revolución newtoniana al descubrimiento del Atlántico, la darwiniana a expediciones como la del Beagle y la ciencia actual al espacio exterior del cosmos, especialmente el desarrollo de la innovación y la tecnología de la información y la comunicación, sobre todo la informática y la robótica.

Científicos de la Universidad pública de Burgos allá donde os hallárais, visionad un horizonte hacia dónde dirigir las proas de vuestro buque del entusiasmo, de vuestro talento, de vuestra imaginación, y de este modo, el mundo, imbuido de la sabiduría que habrá recibido de vosotros, navegará en la dirección adecuada para desentrañar los misterios de la vida que nos permita alcanzar una mejor condición humana.

Muchas gracias.

Burgos, noviembre de 2016.

PRIMERA SESIÓN

Marta Alicia Pérez Cabo

Assessing the toxicity of graphene-related nanomaterials using the model organism S. Cerevisiae

Alba Alonso Rebollo

Diseño y optimización de un sistema de qPCR para la autentificación de aceite de oliva

Lara Roque Viadas

Separación de lactato sódico de los tensioactivos SPAN 80 y SDS mediante ultrafiltración

Yaiza González Temiño

Optimización de la inmovilización de naringinasa por atrapamiento en criogeles de PVA-PEG

Mónica Gisela Gerardi

Efectos de un producto de hollejo sobre la permeabilidad vascular

ASSESSING THE TOXICITY OF GRAPHENE-RELATED NANOMATERIALS USING THE MODEL ORGANISM *S. CEREVISIAE*

Marta A. Pérez Cabo[1*], Lorena Romero Santacreu, Santiago Cuesta López

[1] *ICCRAM, International Center in Critical Raw Materials and Advanced Industrial Technologies, University of Burgos. Plaza Misael Bañuelos, s/n 09001 (SPAIN).*
**Contact: mapcabo@ubu.es*

ABSTRACT

Graphene, as well as the great ensemble of related structures (graphene related nanomaterials, GFN) exhibit unique electronic, mechanical, thermal and optical properties [1]. Thus, they have attracted a great interest in fields like engineering or biomedicine [1, 2]. Given their wide current and prospective application spectrum, there is an increasing risk of a releasing of GFN into the environment. This could lead to a human and ecosystem exposure whose potentially harmful effects are still not well known [2, 3]. Consequently, further research in order to learn about the toxicity and to perform adequate risk assessments of GFN is of prime importance. In this chapter, some of the assays to measure the toxicity of GFN in the eukaryotic model organism *Saccharomyces cerevisiae* will be presented.

Keywords: Graphene, toxicity, Graphene oxide, yeast, *Saccharomyces cerevisiae*

1. INTRODUCTION

Graphene is a one-atom-thick-2D nanomaterial with all the sp^2-bonded carbon atoms packed in a hexagonal pattern [2]. Since its discovery in 2004 by Novoselov and Geim [4], graphene has aroused a great interest because of its unique electronic, mechanical, thermal and optical properties [1, 3]. Its high surface area, excellent conductivity and high mechanical strength, among other features, are worth mentioning[3].

Single layer graphene is part of a bigger cluster of nanomaterials, also known as Graphene Family Nanomaterials (GFN). GFN include, but are not limited to, single-layer graphene, few-layer graphene (2-10 graphene layers), graphene oxide and reduced graphene oxide (both them are normally a single layer), graphene nanosheets, and graphene dots [2, 3] (see Fig. 1).

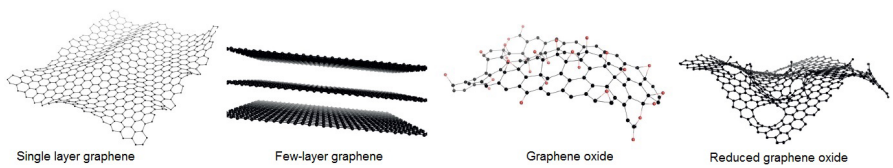


Figure 1. Chemical structures of some members of GFN (adapted form Bianco, 2013 [1]).

All of the GFN exhibit outstanding characteristics and thus have awaken a great scientific and technological interest. To date, GFN have demonstrated to have a huge amount of current and potential applications in different fields. Some of these applications are:

- Engineering applications: GFN have been used in the manufacturing of solar cells, field emission displays, transparent electrodes for liquid crystal displays, or anodes for lithium ion batteries [6].
- Environmental applications: The efficacy of GFN to adsorb dyes like methylene blue, rhodamine B or methyl orange from their aqueous solutions has been proved. Thus, GFM could be useful for the removal of dyes from the coloured effluents of textile manufacturing [7]. On the other hand, GFN are also being explored to produce high permeability membranes which could reduce the membrane area and the energy consumption for brackish water desalination [8].
- Biomedical applications: Among others, GFN have been used to construct biosensors (e. g. glucose or dopamine sensors [7]), and as fluorescence and magnetic resonance imaging probes [9, 10]. Likewise, GFN have been used as a carrier for small drugs, or as scaffolds in tissue engineering. In the same way, GFN are also being studied as a potential tool for photo thermal therapy in cancer treatment [10].

GFN are nowadays commercialized. Although the size of the graphene market was estimated to be around $12 million in 2013 -indicating we are still in a phase of research and development, in which the market is dominated by sales of raw graphene materials- the projections for the next 7–10 years indicates a significant market expansion. In fact, the important rise in graphene application patents supports the prediction of an increase of the industrial graphene market in the upcoming years [11].

Consequent with the prospective growth of the GFN manufacturing, there is an increasing possibility of human and environmental exposure during the processes of production, transport, storage and final use. This exposure may lead to potentially harmful consequences for human health, as well as for the ecosystems functioning. Hence, the GFN safety issue is of vital importance in the current and short-term market scenario. Nevertheless, the results showed by the little amount of articles regarding to this topic are non-homogeneous, and thus the negative consequences of the exposure to GFN are still not well known [2, 3]. The lack of homogeneity in the results of different studies can be partly explained by the different physicochemical properties of each member of the GFN, including thickness, lateral dimension, area, superficial charge and superficial modifications. All of the mentioned features can influence the biological and toxicological activity of a given GFN [1, 3]. On the other hand, it is also worth mentioning that most of the currently published studies evaluate the effects of an acute exposure to a specific nanomaterial, but the consequences in the long term of a chronic exposure remain unknown. Besides, the issue gets even more complex since the biological responses certainly vary depending on the number of layers, lateral size, stiffness, hydrophobicity, surface functionalization, dose administered, and purity of the material [1].

Altogether, there is no doubt that GFN are a promising ensemble of nanomaterials, but further research is required to learn about the toxicity of GFN. In

the same way, the development of new strategies to perform adequate risk assessments for the safe-by-design of new members of the GFN is becoming fundamental.

Among all the possible model organisms that can be used in the toxicological evaluation tests, one of particular interest is *Saccharomyces cerevisiae*. This eukaryotic yeast has been frequently used in studies of different stresses and cellular aging; as well as in the toxicological evaluation of chemicals [12-14]. In this chapter, a short review of the range of available mechanisms ant tests to evaluate the safety of GFN with *S. cerevisiae* will be presented.

2. *S. CEREVISIAE* AS A MODEL ORGANISM

The yeast *Saccharomyces cerevisiae* (Fig. 2) is one of the best-known unicellular, eukaryotic model organisms, and it has been broad and frequently used in molecular and cellular biology. Some of the main features that make *S. cerevisiae* an excellent option to carry out toxicological experiments are: Lack of pathogenicity [16]

- Easy of handle and low cost [16]
- Short generation time: which allow the study of the effects of a toxicant through generations.
- Well-known structure and molecular organization: there is a vast amount of databases available, which are dedicated to its genome, transcriptome, proteome or interactome [16]

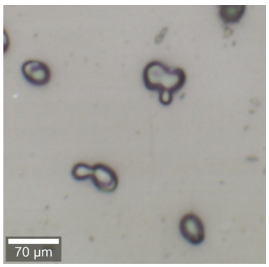


Figure 2. Optic microscope image of S. cerevisiae.

- Genetically well defined, and ease of genetic manipulation: its entire genome sequence has been elucidated and the corresponding databases are generally accessible. Also, there are a lot of protocols and tools to modify its genome [17].
- High similarity with higher organisms: *S. cerevisiae* has a high degree of functional conservation with more complex eukaryotes, humans included [16]. In fact, up to 30% of genes of human diseases have orthologous genes in yeasts [17].

All of the aforementioned characteristics make yeast an appealing and useful model to test the effects of different toxicants [16], and also nanomaterials. What is more, the use of yeast has been suggested for preliminary toxicity screening in environmental samples [18], which could allow to prioritize further assessments requiring more complex and long-term assays, and the use of other model organisms such as mammals [16].

3. ASSESSING THE TOXICITY OF GFN: CELL VIABILITY TESTS

Cell viability is defined as the percentage of live cells in a whole cell population [19]. Another possible definition is the ability of a cell to reproduce and to form a colony [20]. Determination of cell viability is one of the most common methods to analyse the cytotoxicity of the exposure to an external factor [19].

When determining the viability of yeast, there are different assays that can be carried out. A possible classification of those methods is the one that follows:

3.1. Growth-capability methods

This first type encompasses all the assays that measure the viability of the cells according to its ability to growth in a specific medium. In general, the main advantages of these methods are the ease of use and low cost, while their major drawback is their long waiting time to get the results [19].

3.1.1. Number of colony-forming units (CFU)

This is the most basic and simple method for accessing survival of cells [21]. However, its main disadvantage is that it only differentiates between cells still capable of division and dead ones, so the viable cells but unable to divide are dismissed [19, 21].

Briefly, a specific number of cells that have been exposed to a GFN are plated on solid medium and grown under optimal conditions. The amount of cells to seed on the plate have to be adjusted by optic density (OD) at 600 nm to reach a number of colonies between 30 and 300 [22]. Each isolated colony in the plate is derived from one single cell (CFU, Fig. 3). Thus, known the number of CFU and the initial number of cells it is possible to determine the percentage of viable and capable of reproduction cells [21].

3.1.2. Spotting assay

This test is based on the different capability of the cells to grow on a solid media plate after the exposition to GFN, or to grow on a solid media plate in presence of a specific GFN. It is noteworthy that, just like in the CFU assay, the viable cells that cannot divide [21].

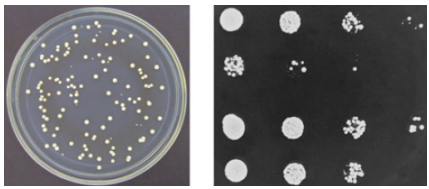


Figure 3: A. CFU assay. **B.** Differences in growth seen in the spotting test. (Adapted from Kwolek-Mirek, 2014).

Yeast grown to a determined OD at 600nm are decimal serially diluted (e. g. 1/10, 1/100, 1/1000…) and then a drop (typically of ≈2-5µl) of each dilution is placed on solid media. After being incubated in optimal conditions during enough time for the cells to form colonies, differences in growth of each condition are measured [19, 22] (Fig. 3)

3.1.3. Growth curves in liquid medium

This assay is based on the differences in the growth rates that *S. cerevisiae* cells show when exposed to a GFN.

Shortly, a pre-culture of *S. cerevisiae* is centrifugated to recover cells, that are then resuspended in water to a desired OD at 600nm. Afterwards, a range of flasks containing media with different concentrations of GFN are inoculated with the same amount of resuspended cells. Cell growth is monitored for 24-48h with the measurement of the OD at short intervals, and at the end of the experiment cell curves can be drawn for each tested concentration.

This assay is particularly interesting because the information that can be achieved is not only the final cell density (OD at the stationary phase), but also the duration of the lag-phase or the variation in the generation time (parameters that typically increase when some damage prevents the cell from dividing until it is

repaired) [23] (Fig 4). Another convenience of the growth curves test is that it allows to perform fast toxicity screenings of a great number of GFN at a time, by reducing the culture sizes to use a 96-well plate [23].

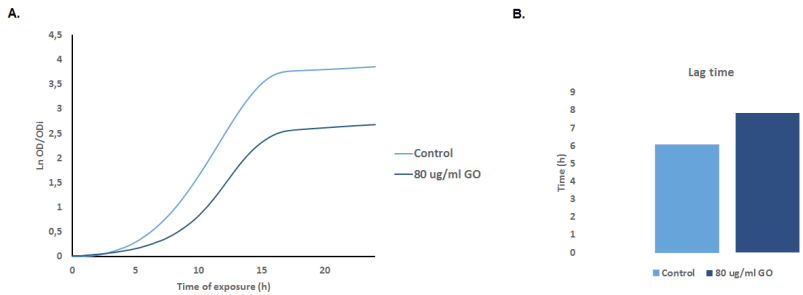


Figure 4: A. Growth curves experiment after 24 h of exposure of *S. cerevisiae* to 80 µg/ml of an aqueous solution of graphene oxide in monolayer (GO), growing in YPD media. **B.** Increase of lag time in the same experiment.

3.2 Stain-based methods

This category includes all methods that use any kind of colorimetric or fluorescent dye to determine the viability of the cells after an exposure to GFN.

3.2.1. Dyes that stain only damaged cells

These dyes, also called exclusion-dyes, are anionic at a physiological pH, so they cannot go through a membrane cell due to its negative charge. Consequently, only cells with a damaged membrane (non-viable) are stained [19]. Some of the most commonly used dyes of this type in *Saccharomyces* are:

- Trypan blue: it is a colorimetric dye that make dead cells appear blue, and it can be detected with visible light. Thus, it is a really suitable staining, since only a haemocytometer and an optic microscope are necessary to carry out the measurement [19]. Also, trypan blue has been proposed as an alternative to study the morphology changes of the wall of *S. cerevisiae* [24].
- Propidium iodide (PI): PI is a fluorescent dye that intercalates in the DNA without any preference of sequence. When it binds to the DNA, it can be excited with a λ of 535 nm and then its emission is red, with a λ in the range of 590-660 nm [24].

3.2.2. Dyes that stain differentially damaged or intact cells

The second group of dyes penetrate into all cells, but only live cells have the capability of pumping out or reducing the dye. Hence, only dead cells appear stained, or they have a different colour than live cells [19]. Some noteworthy dyes of this subgroup are:

- Methylene blue: This dye penetrates into all cells but only viable ones can reduce it. In that way, viable cells appear colourless, while dead cell become blue [29]. To detect the colour, it is enough with a brightfield microscope so it is a comfortable approach. Other advantages of methylene blue are that it

is inexpensive, can be stored at room temperature, and has a relatively low toxicity to humans [25].

- Phloxine B: also called tetrabromotetrachlorofluorescein, it is a colorimetric dye that only viable cells can pump out once internalized [19, 26], so it stains non-viable cells red. It is a suitable staining since it is detected under visible light [26].

4. ASSESSING THE TOXICITY OF GFN: CELL VITALITY TESTS

All the aforementioned methods measure the percentage of cell death in a whole population. However, a limitation of the viability assays is that they cannot detect all the range of harmful effects at the morphological, intracellular or metabolic level that a GFN exposure may cause, even without causing the death of the cell. Those changes can compromise important cell functions (for example, the division capability), thus affecting what is called "cell vitality" [19]. Naturally, there are too many cellular routes, structures and functions that may be affected, so in this chapter only some of the most extensively used methods are presented:

4.1. Cellular ATP determination methods

Adenosine 5′-triphosphate (ATP) is a highly important biomolecule in all living cells. It plays a central role in cell energy metabolism and also serves directly or indirectly in a number of cell signaling processes.

The most extensively used method to determine the amount of ATP inside a cell is the Luciferin assay. Luciferase is an enzyme synthetized by firefly, which catalyzes a reaction that involves cellular ATP, firefly luciferin, a metallic cation, and molecular oxygen. The reaction yields an electronically excited oxyluciferin species which, when returning to their ground state, emit visible light [27].

$$\text{Luciferin} + O_2 + \text{ATP} \xrightarrow{\text{Luciferase, } Mg^{2+}} \text{Oxyluciferin} + \text{AMP} + PP_i + CO_2 + h\nu \text{ (light)}$$

The Luciferin assay is performed after lysing cells that have been exposed to GFN. The ATP is then released into the media and then luciferin and luciferase are added. After a brief incubation time, the visible light emission can be measured with a luminometer. Since the amount of light correlates linearly with the emitted light, the latter is proportional to the amount of vital cells [27].

4.2. Mitochondrial membrane potential determination methods

The mitochondrion's role is essentially to produce the energy molecule ATP for the cell to live. To this end, it is fundamental for a cell to maintain an electrochemical potential across the mitochondrial inner membrane, with a negative charge inside the organelle. Hence, the mitochondrial potential is an important index of the bioenergetics and metabolic state of the cell [28].

Normally, the mitochondrial potential is determined by using fluorescent probes. All of them have a similar mechanism of action: the dyes have delocalized positive charge and, as the mitochondrion is the only organelle with inner negative charge, the dyes accumulates inside the mitochondria in a higher extent than inside any other cellular structure [28].

The most extensively used probes are, among others, Rhodamine 123, TMRE (tetra methyl rhodamine ethyl ester) or JC-1 [29]. When using them, it is important to keep in mind than they are at some extent cytotoxic [28], so the time consumed during the procedure should be minimized.

4.3 Enzyme activity determination methods

This last subgroup encompasses all the test that measure the activity changes in different cellular enzymes. Among all the options, the probes that are more routinely used are:

- Fluorescein diacetate (FDA) and other fluorescein derivatives: FDA can diffuse passively into the cells, and once inside it is a substrate for intracellular esterases. These enzymes hydrolize the esters of the FDA molecule, and subsequently produce more polar (membrane impermeable) and fluorescent fluorescein [30]. Sometimes, FDA is used with another dye to stain the dead cells (for example, ethidium bromide, that binds to DNA of dead cells [31]) and so facilitate its detection.
- Tetrazolium salts: there is a great amount of available tetrazolium salts such as MTS (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-5-(3-carboxumethoxyplenyl)-2-(4-sulfophenyl)-2H-tetrazolium), XTT (2,3-bis-(2-methoxy-4-nitro-5-sulfophenyl)-2H-tetrazolium-5-carboxanilide) or WST-8 (2-(2-methoxy-4-nitrophenyl)-3-(4-nitrophenyl)-5-(2,4-disulfophenyl)-2H-tetrazolium) [19]. All of them diffuse inside the yeast cell and are reduced by NADPH-dependent dehydrogenases of metabolically active cells to the coloured product formazan (Fig. 5) [32, 33]. Finally, the amount of viable cells can be determined by measuring the absorbance of the sample at ≈550nm [34].
  It is important to mention that is has been proved that some nanoparticles can influence the results of tetrazolium salts assays [33, 34], so it is fundamental to conduct trials to ensure that the results are reliable.

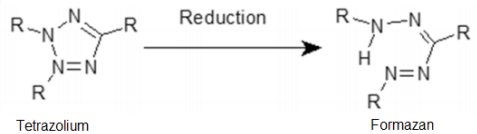


Figure 5. Reduction of tetrazolium salts

- Resazurin: This assay is based on the ability of living yeast cells to convert resazurine (blue) into resorufin (pink) through a reduction-oxidation reaction. The resorufin (pink) reaction-product can therefore be determined by measuring the generated fluorescent signal at λ-emission = 590 nm and λ-excitation = 530 nm [35].
- FUN-1: FUN-1, or [2-chloro-4-(2,3-dihydro-3-methyl-(benzo-1,3-thiazol-2-yl)-methylidene)-1-phenylquinolinium iodide], is a yeast and fungi specific dye, that diffuses freely into the cytoplasm. Only cells that are metabolically active and have an intact membrane can process FUN-1 to form orange-red fluorescent intravacuolar structures [19, 36].
  In dead cells, FUN1 cannot be relocated into the vacuoles, so it remains in the cytoplasm with a diffuse green-yellow fluorescence [19]. Consequently, the ratio between red and green fluorescence gives an idea of the amount of dead cells in the population (Figure 6).

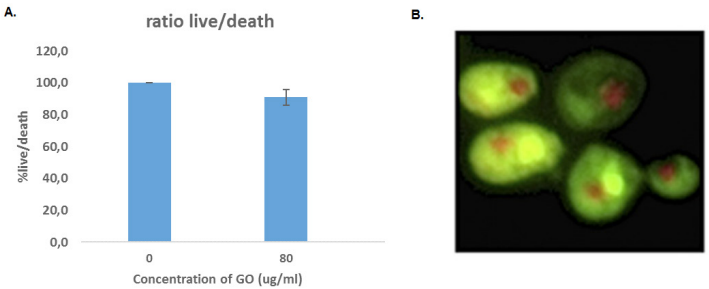


Figure 6. A. Results of FUN-1 assay after 24 h of exposure of *S. cerevisiae* to 80 µg/ml of an aqueous solution of graphene oxide in monolayer (GO), growing in YPD media. **B.** *S. cerevisiae* stained with FUN-1 dye (adapted from Essary, 2009).

5. CONCLUSIONS

GFN are a promising ensemble of nanomaterials, with a broad range of current and potential applications in different fields, such as engineering, environmental preservation or biomedicine.

As the GFN market is expected to go through a great increase in the upcoming years, the safety of the existing nanomaterials, and the safe-by design of the new ones, is becoming a matter of supreme importance. Hence, it is important to count with model organisms to be able to perform reliable and repeatable risk assessments. *Saccharomyces cerevisiae*, a yeast that is one of the most used eukaryotic model organisms, is an excellent option to this end. Some of its features, like the vast amount of information about its organization and structure or its high similarity with higher organisms, make S. *cerevisiae* an ideal model to perform GFN safety evaluations.

The consequences of a GFN exposure are complex and can affect the cells at different levels, depending on the dose, size, charge, and other physicochemical characteristics of the GFN. Consequently, the study of the GFN toxicity needs to take into account the range of possible harmful effects. To that end, there are various assays available, that can measure not only the simple viability (like the growth curves in liquid medium or the methylene blue staining), but also the vitality of the cell, including among others its energetic state or its enzymatic situation.

All in all, the field of toxicology of nanomaterials is steadily on the rise, and it is necessary to ensure the health and safety of the ecosystems and the population.

REFERENCES

[1] Bianco, A. (2013). Graphene: Safe or Toxic? The Two Faces of the Medal. Chemie-Int 52, pp. 4986-4997M

[2] Ma, Y; Shen, H; Tu, X; Zhang, Z. (2014). Assessing in vivo toxicity of graphene materials: current methods and future outlook. Nanomedicine 9(10), pp. 1565–1580.

[3] Jastrzębska, A M; Kurtycz, P; Olszyna, A R J. (2012). Recent advances in graphene family materials toxicity investigations. J Nanopart Res.14(12), pp. 1320-1341

[4] Novoselov, K; Geim A; et al (2004). Electric field effect in atomically thin carbon films. Science 306(5696), pp. 666–669

[5] Kumar, S; Chatterjee, K. (2016) Comprehensive review on the use of graphene-based substrates for regenerative medicine and biomedical devices. ACS Appl. Mater. Interfaces. *8* (40), pp. 26431–26457

[6] Choi, W; Lahiri, I; Seelaboyina, R; and Soo Yankg, Y. (2010) Synthesis of Graphene and Its Applications: A Review. Solid State Mater Sci., 35. pp. 52–71,

[7] Chowdhury, S; Balasubramanian, R. (2014) Recent advances in the use of graphene-family nanoadsorbents for removal of toxic pollutants from wastewater. Adv. Colloid Interface Sci. 204, pp. 35-56.

[8] Perreault, F; Fonseca de Faria, A; Elimelech, M. (2015) Environmental applications of Graphene-based nanomaterials. Chem. Soc. Rev., 44. pp. 5861-5896.

[9] Yang, Y; Asiri, AM; Tang, Z; Du, D; Lin, Y. (2013). Graphene based materials for biomedical applications. Materials Today, 16 (10) pp.365-373

[10] Chung, C; Kim, Y; Shin, D; Ryoo. S; Hee Hong, B; Min, D (2013). Biomedical applications of graphene and graphene oxide. Acc. Chem. Res, 46 (10). pp. 2211-2224.

[11] Zurutuza, A; Marinelli, C (2014). Challenges and opportunities in graphene commercialization. Nat. Nanotechnol. 9. pp. 730-734

[12] Kungolos, A; Aoyama, I; Muramoto, S. (1999). Toxicity of Organic and Inorganic Mercury to Saccharomyces cerevisiae. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 43, pp. 149–155.

[13] Jo, W. J. *et al.* (2007) Identification of Genes Involved in the Toxic Response of Saccharomyces cerevisiae against Iron and Copper Overload by Parallel Analysis of Deletion Mutants. *Toxicol. Sci.* 101. pp. 140–151.

[14] Schmitt, M; Gellert, G; Ludwig, J; Lichtenberg-Fraté, H. (2004) Phenotypic yeast growth analysis for chronic toxicity testing. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 59. pp. 142–50.

[15] Buschini, A; Poli, P; Rossi, C. (2003) Saccharomyces cerevisiae as an eukaryotic cell model to assess cytotoxicity and genotoxicity of three anticancer anthraquinones. *Mutagenesis* 18. pp. 25–36

[16] Braconi, D; Bernardini, G; Santucci, A (2016). *Saccharomyces cerevisiae* as a model in ecotoxicological studies: A post-genomics perspective. J. Proteomics, 137 (30). pp. 19-34

[17] Mager, W. H.; Winderickx, J. (2005) Yeast as a model for medical and medicinal research. *Trends Pharmacol. Sci.* 26. Pp 265–273.

[18] Gil, F *et al.* (2015). Suitability of a Saccharomyces cerevisiae-based assay to assess the toxicity of pyrimethanil sprayed soils via surface runoff: Comparison with standard aquatic and soil toxicity assays. Sci. Total Environ, 505. pp. 161-171.

[19] Kwokek-Mirek, M; Zadrag-Tecza, R. (2014). Comparison of methods used for assessing the viability and vitality of yeast cells. FEMS Yeast Res, 14. pp. 1068-1079

[20] Zhang, T; Fang, H. (2004). Quantification of *Saccharomyces cerevisiae* viability using *Bac*Light. Biotechnology letters, 26. pp. 989-992.

[21] Wloch-Salamon, D; Bem, A.E (2012). Types of cell death and methods of their detection in yeast Saccharomyces cerevisiae. Journal of Applied Microbiology, 114, pp. 287-298

[22] Thomas, P et al. (2015). Optimization of single plate-serial dilution spotting (SP-SDS) with sample anchoring as an assured method for bacterial and yeast cfu enumeration and single colony isolation from diverse samples. Biotech reports, 8. pp. 45-55.

[23] Toussaint, M; Conconi, A. (2006). High-throughput and sensitive assay to measure yeast cell growth: a bech protocol for testing genotoxic agents. Nature protocols, 1. pp. 1922-1928.

[24] Liesche, J; Marek, M; Günther-Pomorski, T. (2015) Cell wall staining with trypan blue enables quantitative analysis of morphological changes in yeast cells. Front Microbiol. 6, 107.

[25] Feizi, A. *et al*. (2016). Rapid, portable and cost-effective yeast cell viability and concentration analysis using lensfree on-chip microscopy and machine learning. Lab Chip, 16 pp. 4350-4358

[26] Kregiel, G; Berlowska, J (2009). Evaluation of yeast cell vitality using different fluorescent dyes. Food Chem Biotech, 73. pp. 5-13.

[27] Paciello, L; Falco, F.C; Landi, C; Parascandola, P (2013). Strengths and weaknesses in the determination of *Saccharomyces cerevisiae* cell viability by ATP-bassed bioluminescence assay. Enz Microb Tech, 52. pp. 157-162.

[28] Ludovico, P; Sansonetty, F; Corte-Real, M (2001) Assessment of mitochondrial membrane potential in yeast cell populations by flow cytometry, 147. pp. 3335-3343.

[29] Farrely, E; Amaral, M; Marshall, L; Huang, S (2001). A high throughput assay for mitochondrial membrane potential in permeabilized yeast cells. Analytical Biochemistry, 293. pp. 269-276

[30] Breeuwer, P et al (1995) Characterization of uptake and hydrolysis of fluorescein diacetate and carboxyfluorescein diacetate by intracellular esterases in Saccharomyces cerevisiae, which result in accumulation of fluorescent product. Appl. Environ. Microbiol. 61 (4). pp. 1614-1619

[31] Nikolova, M; Savova, I; Marinov, M (2000-2002). An optimised method for investigation of the yeast viability by means of fluorescent microscopy. Journal of culture collections, 3. pp. 66-71.

[32] Kregiel, D (2012) Succinate dehydrogenase of Saccharomyces cerevisiae -the unique enzyme of TCA cycle – curreng knowledge and new perspectives. In Canuto, A., *Dehydrogenases*, pp.211-234. Frankfurt:InTech.

[33] Brun, E. et al. (2014). Titanium dioxide nanoparticle impact and translocation through ex vivo, in vivo and in vitro gut epithelia. Part Fibre Toxicl, 11 (13)

[34] Kroll, A; Pillukat, MK; Hahn, D; Schenekenburger, J. (2012). Interference of engineered nanoparticles with in vitro toxicity assays. Archives of Toxicology, 86 (7). pp. 1123-1136

[35] Zuas, O. (2008) Comparison of yeast resazurin versus MTT assay in vitro methods for determining acute toxicity of halogenated alkanes. Jurnal ILMU DASAR, 9 (2). pp. 135-141

[36] Essary, B; Marshall, P (2009). Assessment of FUN-1 vital dye staining: yeast with a block in the vacuolar sorting pathway have impaired ability to form CIVS when stained with FUN-1 fluorescent dye. J Microb Methods, 78. pp. 208-212

DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA DE QPCR PARA LA AUTENTIFICACIÓN DE ACEITE DE OLIVA

Alba Alonso-Rebollo, Sonia Ramos-Gómez, Natividad Ortega Santamaría
Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos

RESUMEN

La autentificación del aceite de oliva mediante técnicas basadas en el ADN ha ganado importancia en los últimos años, destacando la utilización de la qPCR. Este trabajo se ha centrado en la evaluación de cuatro sistemas específicos para la detección de olivo basados en el gen de cloroplasto *trn*L. La concentración de cebadores y la temperatura de hibridación de la qPCR fueron optimizadas para cada uno de los sistemas diseñados. El sistema con mayor eficiencia y sensibilidad demostró ser específico en la detección de olivo frente a otras especies vegetales oleaginosas (maíz, girasol, soja, cacahuete, coco y colza). Por estas razones, este sistema se aplicó en aceites de oliva. Los resultados mostraron que el sistema D-trnL permitía tanto detectar como cuantificar aceite de oliva.

Palabras clave: aceite de oliva, ADN, qPCR, *trn*L, autentificación, CTAB.

1. INTRODUCCIÓN

El aceite de oliva (*Olea europaea*), es apreciado por sus propiedades organolépticas, además de aportar numerosos beneficios saludables. El elevado valor nutricional del aceite de oliva puede verse reducido mediante adulteración con otros aceites vegetales, como por ejemplo soja, girasol y maíz, entre otros [1]. Este tipo de práctica supone, además, importantes pérdidas económicas por lo que es necesario certificar su autenticidad. El número de estudios realizados y el desarrollo de nuevas técnicas más sofisticadas que permitan autentificar los alimentos y proteger al consumidor de cualquier fraude van en aumento. En concreto, la autentificación del aceite de oliva ha sido estudiada mediante diferentes y variadas técnicas englobadas en dos grandes grupos: análisis químicos y métodos basados en el análisis del ADN. Los análisis químicos consisten en la determinación de ciertos componentes conocidos de los aceites que indican su calidad. Sin embargo, estos análisis por sí solos pueden no ser suficientes para verificar la autenticidad del aceite de oliva, entre otras razones porque su composición puede variar en función de la estación, las condiciones meteorológicas, la zona de cultivo y los métodos de producción. Además, en algunos casos, los límites de detección no son suficientes para detectar la adulteración.

Desde hace unos años, la aplicación de las técnicas basadas en el ADN ha aumentado, ya que a diferencia de los métodos químicos, no están influenciadas por las condiciones ambientales y además permiten detectar y cuantificar la presencia de una especie en cantidades mínimas. Dentro de ellas, destacan los métodos basados en

la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), como por ejemplo la PCR cuantitativa (qPCR). Esta técnica es uno de los tipos de PCR más empleados en Biología Molecular y entre sus ventajas, en comparación con la PCR convencional y otras técnicas basadas en ADN, destacan que es más sensible y específica y no sólo permite detectar ADN, sino también cuantificarlo. Además, es posible identificar secuencias específicas de ADN a través del análisis de las curvas de fusión o *melting* (Tm). Estas ventajas favorecen su empleo en aceites de oliva, cuya matriz es compleja, lo que limita la cantidad de ADN disponible.

La qPCR se basa en la medida de la fluorescencia durante la amplificación, de modo que se toma como parámetro de medida el ciclo en el que comienza el crecimiento exponencial de la curva de amplificación, denominado ciclo de cuantificación (Cq). Por lo tanto, el proceso depende de un compuesto fluorescente que se une al ADN bicatenario e incrementa su fluorescencia en proporción a la cantidad de ADN. Este compuesto puede ser un fluorocromo intercalante (por ejemplo SYBR Green) o una sonda de hibridación marcada a su vez por uno o varios fluorocromos. No obstante, también tiene desventajas, ya que si hay inhibidores de la PCR presentes en la reacción, las probabilidades de que la amplificación no se realice correctamente aumentan. Además, si el ADN está degradado la longitud de la secuencia diana puede ser un factor limitante. Este hecho se produce de forma habitual en alimentos procesados, como pueden ser los aceites vegetales. Cuanto más corto sea el fragmento, mayor será la probabilidad de realizar una amplificación óptima. En concreto, las secuencias diana o amplicón de ADN de entre 100 y 200 pares de bases (pb) de longitud tienen ventaja en la identificación del origen de matrices alimentarias altamente procesadas, como el aceite de oliva [1].

Un factor limitante en la aplicación de esta técnica es la extracción de ADN amplificable. En el caso del aceite de oliva, al ser un alimento procesado, se extrae poca cantidad de ADN, que está degradado y puede contener inhibidores de la PCR (polisacáridos, compuestos fenólicos). Por lo tanto, es necesario diseñar sistemas específicos para la identificación de olivo que sean óptimos para ser aplicados con el ADN obtenido a partir de aceite. Dentro de este contexto, el objetivo del trabajo fue evaluar la técnica de qPCR para autentificar aceite de oliva.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Muestras

En este trabajo se ha empleado tejido foliar de olivo (*Olea europaea*), maíz (*Zea mays*), girasol (*Helianthus annus*), soja (*Glycine max)*, cacahuete (*Arachis hypogaea)*, coco (*Cocos nucifera)* y colza (*Brassica napus)* y aceites de oliva comerciales de diferentes categorías.

2.2. Extracción de ADN

La extracción de ADN de tejido foliar y de aceite de oliva se realizó mediante el método basado en bromuro de hexadeciltrimetilamonio (CTAB) desarrollado por Doyle y Doyle [2] y Ramos-Gómez et al. [3], respectivamente. El método de extracción basado en CTAB se fundamenta en tres etapas: primero se realiza una lisis celular que permite tener acceso al material genético; después se lleva a cabo la extracción y purificación del ADN mediante la eliminación de proteínas y diferentes compues-

tos celulares; por último el ADN se precipita con etanol (tejido foliar) o isopropanol (aceite).

El ADN extraído fue evaluado mediante la determinación de la concentración y calidad por espectrofotometría y electroforesis. Por un lado, la concentración de ADN de las muestras se determinó midiendo la absorbancia a 260 nm, mientras que la calidad fue evaluada a partir de la relación de absorbancias a 260/280 nm. Por otro lado, se realizaron electroforesis en geles de agarosa al 1% (p/v) en tampón Tris-Acetato-EDTA (TAE) 1X, teñidos con SYBR Safe 0,35X, a un voltaje constante de 100 V. El patrón de peso molecular empleado fue fago λ digerido con *Hind*III.

2.3. Sistemas de amplificación

A partir del gen de cloroplasto *trn*L descrito por Taberlet et al. [4], se diseñaron cuatro nuevos sistemas de amplificación específica de olivo: A-, B-, C- y D-trnL [5]. Una de las características del ADN procedente de cloroplasto es que tiene muchas regiones de su secuencia conservadas, lo que facilita el diseño de cebadores universales que permitan la discriminación de especies vegetales.

2.4. Condiciones PCR

2.4.1. PCR convencional

La PCR convencional se llevó a cabo siguiendo las condiciones empleadas por Spaniolas et al. [1] con algunas modificaciones. En la Tabla 1 se indican las concentraciones de los reactivos utilizados para un volumen final de reacción de 25 µL y las condiciones empleadas en cada amplificación.

Tabla 1. Medio y condiciones de reacción de la PCR convencional.

Medio reacción	
Reactivo	Concentración
Tampón	1X
$MgCl_2$	2,5 mM
dNTPs[a]	200 µM (cada)
Taq pol.	1,5 unidades (U)
Cebador F[b]	300 nM
Cebador R[c]	300 nM

Condiciones reacción		
Ciclos	Temperatura (ºC)	Tiempo (min)
1	95	3:00
40	95	0:30
	50	0:30
	72	2:00
1	72	10:00

[a] Desoxinucleótidos trifosfato.

[b] *Forward.*

[c] *Reverse*.

Todas las muestras se analizaron por triplicado y en cada ensayo se incluyó un control sin ADN (NTC: *no template control*) para asegurar la ausencia de contaminación.

2.4.2. qPCR

Las condiciones de qPCR iniciales fueron las mismas utilizadas en la PCR convencional. No obstante, la concentración de los cebadores y la temperatura de hibridación fueron optimizadas para cada sistema (Tabla 2). Para determinar la Tm de los sistemas, a partir de 70 ºC durante 30 ciclos de 10 s se aumentó la temperatura

0,5 ºC después de cada ciclo. Las muestras se analizaron por triplicado y en todos los ensayos se añadió un NTC para evaluar la presencia de contaminación.

Tabla 2. Medio y condiciones de reacción de la qPCR.

Medio reacción	
Reactivo	Concentración
SYBR-Green Master Mix	1X
Cebador F[a]	100 nM
Cebador R[b]	100 nM

[a] *Forward.*
[b] *Reverse.*

Condiciones reacción		
Ciclos	Temperatura (ºC)	Tiempo (min)
1	95	3:00
40	95	0:30
	50-58	0:30
1	95	1:00
30	70-85	0:10

Para analizar los productos de amplificación, tanto de la PCR convencional como qPCR, se realizó una electroforesis en gel de agarosa al 1,5% (p/v) en tampón TAE 1X a 100 V. En este caso, se empleó un patrón de pesos molecular de 100 pb para poder determinar si el tamaño de los amplicones obtenidos coincidía con los valores teóricos.

Una vez optimizadas las condiciones de qPCR se determinó la sensibilidad (límite de detección, LOD; límite de cuantificación, LOQ) y eficiencia de cada uno de los sistemas mediante una curva de calibrado a partir de ADN de tejido foliar de olivo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación del ADN

La concentración y pureza del ADN extraído de tejido foliar de olivo y de aceite de oliva se determinó espectrofotométricamente (Tabla 3) y mediante electroforesis en gel de agarosa al 1% (p/v). Según los valores obtenidos, el rendimiento de la extracción era bastante similar entre las muestras. En cuanto a la pureza, el ADN extraído de hoja presentaba un ratio 260/280 cercano a 1,8, lo que indicaba que era de buena calidad. Sin embargo, si se comparan estos resultados con los del ADN de aceite, se observa que el ratio era más bajo. Estos valores eran debidos principalmente a la degradación del ADN y a la presencia de otros compuestos que absorben a 280 nm (fenoles, proteínas).

Tabla 3. Concentración y pureza de ADN extraído de tejido foliar de olivo y aceite de oliva determinadas espectrofotométricamente.

Muestra	Abs 260 nm	Abs 280 nm	260/280	ADN (µg/µL)
Tejido foliar	0,991	0,510	1,856	0,915
	0,872	0,472	1,847	0,872
Aceite	0,933	0,602	1,551	0,933
	0,904	0,574	1,575	0,904

Los geles de agarosa, a diferencia del método espectrofotométrico, permitieron determinar si el ADN extraído estaba o no degradado, por lo que era más fiable en la determinación de la calidad de la muestra. La pureza del ADN viene determinada

por una adecuada definición de la banda. No obstante, que el ADN esté parcialmente degradado no significa que no sea amplificable. Además, la amplificabilidad del ADN en muchos casos depende de la presencia o no de los inhibidores de la PCR, los cuales tampoco pueden determinarse con este método analítico.

Por tanto, los métodos de extracción basados en CTAB utilizados en este trabajo [2, 4] permitieron obtener ADN de calidad y amplificable, tanto de tejido foliar como de muestras de aceite de oliva.

3.2. Aplicación de qPCR en aceite

Los resultados obtenidos mostraron que todos los sistemas trnL diseñados permitían detectar y amplificar ADN de olivo mediante qPCR. Además, es importante destacar que únicamente se observaba un pico en las curvas de *melting* para cada sistema, lo que implica especificidad (un único producto de amplificación). Los valores de Tm se indican en la Tabla 4, correspondiendo la más baja a C-trnL y la más alta a Taberlet-trnL, A-trnL y B-trnL.

Tabla 4. Temperatura de *melting* (Tm) y tamaño del amplicón de los sistemas de qPCR.

Sistema	Tm (ºC)	pb
Taberlet-trnL	80,5	550
A-trnL	80,5	302
B-trnL	80,5	212
C-trnL	75,0	112
D-trnL	79,5	110

En la Fig. 1 se muestra un gel de agarosa de la electroforesis de los productos obtenidos mediante la qPCR, pudiéndose comprobar que los amplicones tenían el tamaño esperado (Tabla 4).

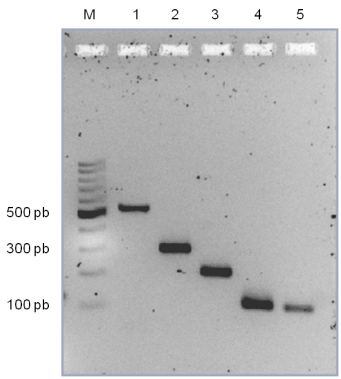


Fig. 1. Electroforesis en gel de agarosa 1,5% (p/v) de productos de qPCR procedente de tejido foliar de olivo de los cinco sistemas trnL utilizados: (M) marcador de peso molecular de 100 pb; (1) Taberlet-trnL; (2) A-trnL; (3) B-trnL; (4) C-trnL; (5) D-trnL.

De todos ellos, el sistema D-trnL destacó tanto por su elevada eficiencia como por su alta sensibilidad. También, se analizó su especificidad frente a otras especies

vegetales oleaginosas: maíz, girasol, soja, cacahuete, coco y colza, observándose que este sistema sólo era específico en la detección de olivo. Además, el tamaño de su amplicón se considera adecuado en la amplificación de ADN que está degradado, como en el caso del aceite.

Por todas estas razones, el sistema D-trnL fue seleccionado para evaluar su aplicabilidad en la detección y cuantificación de ADN de aceite de oliva. El análisis de los aceites de oliva mediante qPCR se llevó a cabo por triplicado, comprobándose que el sistema D-trnL permitía no solo la detección de ADN sino también su cuantificación en todas las réplicas de cada aceite. A modo de ejemplo, en la Fig. 2 se muestran los resultados de la amplificación de ADN de un aceite de oliva virgen extra utilizado en este trabajo. Además se incluyó un control positivo de ADN de tejido foliar de olivo. En la figura se observa que las tres réplicas de aceite amplificaron (Cq: 31,73 ± 0,15) (Fig. 2A), obteniéndose un único pico en la curva de *melting* a una temperatura de 79,5 ºC (Fig. 2B). Este valor, coincide con el obtenido para tejido foliar de olivo (Tabla 4), lo que significa que el amplicón obtenido se corresponde con el ADN diana y que la amplificación ha sido específica.

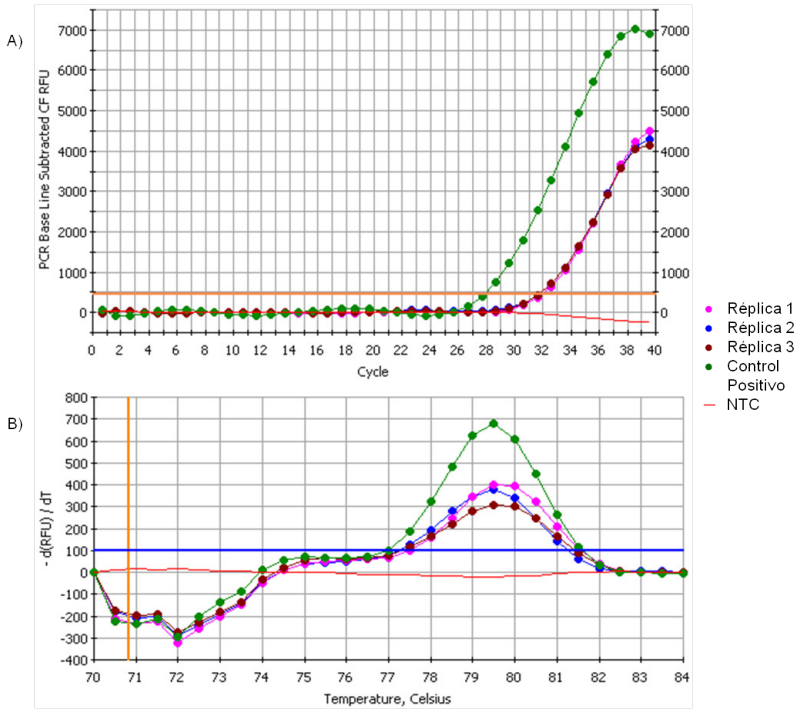


Fig. 2. (A) Curvas de amplificación y (B) curvas de *melting* obtenidas en la amplificación del sistema D-trnL de ADN procedente de aceite de oliva virgen extra.

4. CONCLUSIÓN

la aplicación de la qPCR, mediante el sistema diseñado a partir del gen *trn*L, es adecuada para su aplicación en la trazabilidad y autentificación de aceite de oliva.

REFERENCIAS

[1] Spaniolas, S., Bazakos, C., Awad, M. and Kalaitzis, P. (2008). Exploitation of the chloroplast *trn*L (UAA) intron polymorphisms for the authentication of plant oils by means of a lab-on-a-chip capillary electrophoresis system. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56, pp. 6886-6891.

[2] Doyle, J. J. and Doyle, J. L. (1990). Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12, pp. 1315.

[3] Ramos-Gómez, S., Busto, M. D., Pérez-Mateos, M. and Ortega, N. (2014). Development of a method to recovery and amplification DNA by real-time PCR from commercial vegetable oils. Food Chemistry 158, pp. 374-383.

[4] Taberlet, P., Gielly, L., Pautou, G. and Bouvet, J. (1991). Universal primers for amplification of 3 noncoding regions of chloroplast DNA. Plant Molecular Biology 17, pp. 1105-1109.

[5] Alonso-Rebollo, A., Ramos-Gómez, S., Busto, M. D. and Ortega, N. (2016). Development and optimization of an efficient qPCR system for olive authentication in edible oils. Food Chemistry. (Accepted under review).

SEPARACIÓN DE LACTATO SÓDICO DE LOS TENSIOACTIVOS SPAN 80 Y SDS MEDIANTE ULTRAFILTRACIÓN

Lara Roque[1], Isabel Escudero[1], José M. Benito[1]

[1]*Department of Biotechnology and Food Science, University of Burgos, Plaza Misael Bañuelos s/n, 09001 Burgos, Spain*

RESUMEN

El presente trabajo recoge el estudio de separación del lactato de sodio de los tensioactivos monooleato de sorbitan (Span 80) y dodecil sulfato sódico (SDS) mediante un proceso de ultrafiltración utilizando membranas planas de ZrO2. El objetivo es estudiar la influencia del límite nominal de peso molecular de la membrana (NMWL), la presión transmembrana (TMP) y la concentración de ácido láctico inicial (CA), sobre el flujo de permeado (Jp) y los rechazos observados al ion lactato (RA) y al tensioactivo SDS (RS), utilizando un diseño de experimentos de superficie de respuesta, de tipo compuesto central. Los experimentos se llevaron a cabo en cuatro etapas: una primera etapa de extracción de ácido láctico utilizando niosomas formulados con Span 80 (20 mol/m3) y SDS (4 mol/m3), una segunda etapa de re-extracción mediante la adición de NaOH hasta pH > 12, donde se produce la rotura de los niosomas y la liberación del lactato de sodio; y una tercera y cuarta etapas de ultrafiltración para separar los iones lactato de los tensioactivos. El NMWL, TMP y sus interacciones presentaron significancia estadística sobre el flujo de permeado. Los rechazos al ion lactato y al SDS fueron inferiores a 0,1% y superior al 85%, respectivamente, en el rango de las condiciones estudiadas. Las condiciones óptimas establecidas para obtener valores máximos del flujo de permeado, fueron 2 bar y 15 kDa. Bajo estas condiciones, los rechazos al surfactante SDS y al ion lactato fueron 87% y 0,93%, respectivamente, con un valor de la densidad de flujo de permeado de 42,63 L/m2h. Un efecto antagónico entre el flujo de permeado y rechazo al SDS se observó y es analizado como un factor dependiente de las condiciones de operación.

Palabras clave: ácido láctico; Span 80; SDS; ultrafiltración; tensioactivos; diseño de experimentos.

1. INTRODUCCIÓN

El ácido láctico es un compuesto de gran importancia en la industria farmacéutica y alimentaria debido a sus propiedades como conservante, acidulante, regulador de pH y saborizante. Su uso ha aumentado considerablemente en los últimos años debido a la creciente producción de termoplásticos biodegradables derivados del ácido poliláctico (PLA) [1,2,3,4]. El ácido láctico se produce mayoritariamente por fermentación y posterior separación mediante técnicas convencionales que conllevan elevado consumo de productos químicos, energía, y abundante generación de residuos. Las técnicas de separación con membranas [5] han demostrado ser eficaces

en la separación de ácido láctico ya que pueden evitar la acumulación de ácido láctico en los caldos de fermentación, impidiendo la inhibición del proceso y aumentando su productividad. Entre ellas, la extracción con disolventes mediante contactores de fibras huecas [6,7,8] y la ultrafiltración micelar (MEUF) han sido los procesos más estudiados [9,10,11,12]. Recientemente, el uso de niosomas como agentes de extracción de ácido láctico también ha sido investigado [13].

El proceso híbrido de extracción de ácido láctico utilizando niosomas de Span 80 y SDS como agentes de extracción se ha estudiado en un trabajo anterior [13]. Los resultados óptimos arrojaron un 33% de extracción de ácido láctico utilizando niosomas formulados con Span 80 (20 mol/m3) y SDS (4 mol/m3), pH < pKa del ácido láctico (pKa = 3,4) y una relación en fracción molar de SDS / láctico ácido de 0,01. La recuperación del soluto extraído se realizó a pH > 12, donde se observó la ruptura de los nisomas, con la subsiguiente separación del ión lactato mediante microfiltración con una membrana plana de TiO2 y 0,20 μm de tamaño medio de poro, y una presión transmembranal de 0,3 bar. Los resultados revelaron un grado de re-extracción del ácido láctico del 100% pero con un ensuciamiento severo de la membrana debido a la presencia de micelas mixtas y los monómeros de SDS con elevada tendencia a adsorberse en la superficie de la membrana y en las paredes de los poros. En su lugar, en el presente trabajo se plantea estudiar el uso de membranas de ultrafiltración con el fin de reducir el ensuciamiento de la membrana, mejorando el flujo de permeado sin que se vea afectado el éxito de la separación.

2. METODOLOGÍA

2.1. Preparación de niosomas

La preparación de los niosomas se llevó a cabo mediante la aplicación directa de ultrasonidos a disoluciones acuosas de 10 cm3 de Span 80 (20 mol/m3) y SDS (4 mol/m3). La aplicación de ultrasonidos se realizó con pulsos cada 5 s (5 s en on, 5 s en off) con un tiempo efectivo de 10 minutos, usando un procesador de ultrasonidos de alta intensidad. Posteriormente, las muestras se centrifugaron durante 45 min a 9000 rpm.

2.2. Procedimiento experimental

El procedimiento experimental se llevó a cabo mediante cuatro etapas: una primera etapa de extracción de ácido láctico con niosomas de Span 80 (20 mol/m3) y SDS (4 mol/m3), una segunda etapa de re-extracción mediante la adición de NaOH hasta pH > 12, donde se produce la rotura de los niosomas y la liberación de lactato de sodio; y una tercera y cuarta etapas de ultrafiltración para separar los iones lactato de los tensioactivos.

2.3. Métodos analíticos

Variables experimentales	Métodos analíticos
Concentración del ion lactato	HPLC
Determinación de la concentración del SDS libre o monomérico	Espectofotometría a 615 nm mediante el método de violeta de etilo
Medida del tamaño de la partícula Dsitribución de tamaño de particular	Zetasizer Nano ZS apparatus
Índice de polidispersión (IPD) Distribución de tamaños	
Medida del potencial Zeta Movilidad electroforética	
Medida del pH	pH-metro
Análisis morfología	NS-TEM

2.4. Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental central compuesto (CCD) y una metodología de superficie de respuesta (RSM) para estudiar el efecto de los factores (concentración de iones lactato, presión transmembrana y límite de peso molecular nominal de membrana), sobre las variables respuesta (flujo de permeado (Jp) y los rechazos de los componentes (RS y RA)).

Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y un análisis de diferencia significativa (LSD) para detectar el efecto de los factores y las diferencias estadísticamente significativas entre los valores. El modelo fue ajustado a un modelo de regresión lineal múltiple (MLR). La validez del modelo empírico fue probada mediante la ANOVA. La importancia de cada coeficiente de regresión estimado se evaluó a través de valores estadísticos de F y p (probabilidad) con un nivel de confianza del 95%.

El diseño experimental y el análisis de datos se realizaron utilizando STATGRAPHICS Centurion XVI (Statpoint Technologies, Inc., Warrenton, VA, USA). También fue urilizado para determinar las condiciones óptimas, estableciendo maximizar el flujo de permeado y el rechazo de los monómeros de SDS y minimizar el rechazo de iones lactato, de acuerdo con los objetivos del trabajo.

3. RESULTADOS

3.1. Efecto de la adicción de NaOH sobre la rotura de los niosomas

La medición de tamaño de partícula en las muestras iniciales, revelaron la presencia de niosomas de tamaño medio de 200 nm y un valor PDI de 0,27, lo que indica una población homogénea. De lo contrario, la medición de dispersiones con adicción del NaOH a pH > 12 indica valores erróneos con tamaño de partícula superior a 2000 nm y PDI superior a 0,8, que corresponden a la presencia de burbujas de aire, que distorsionan el resultado, e indica la falta de niosomas o destrucción de niosomas.

También se percibe la aparición de picos de tamaño 78-80 nm que se asocia con la presencia de micelas mixtas.

Los valores de potencial zeta en las muestras revelan un potencial zeta de -41,73 mV, que se corresponde con la presencia de niosomas. Las muestras con NaOH a pH>12, mostraron valores de potencial zeta sobre -5 mV, similar a los obtenidos para el agua, lo que corroboró la ausencia de partículas en estas dispersiones y por lo tanto, la desintegración de la niosomas a pH > 12.

La presencia y morfología de los niosomas han sido confirmadas por mediciones de TEM.

3.2. Diseño experimental

Se observó que los valores del flujo de permeado (Jp) presentaron gran variación, entre los 8 y 43 L/m2 h. Sin embargo, los valores obtenidos de RA y RS fueron inferiores al 3% y superiores al 86%, respectivamente, con valores muy similares entre ellos para todos los experimentos. Por ello, se aplicó la prueba de LSD para cada variable respuesta, revelando que los valores de RA y RS no son significativamente diferente ($p > 0.05$).

También, se realizó un ANOVA del modelo ajustado para la respuesta de flujo de permeado que demuestra que el modelo fue estadísticamente significativo (valor p = 0,001). Para esta variable respuesta, se vio que NMWL, TMP y su interacción son estadísticamente significativas sobre el flujo de permeado. Los F valores indicaron que el efecto de NMWL y TMP tienen la influencia más fuerte sobre Jp, y también que la interacción entre NMWL y TMP tiene un efecto sinérgico. Sin embargo, el factor de CA no fue significativo en Jp, indicando que no contribuye en la respuesta en el rango de las concentraciones estudiadas.

Se estableció un modelo empírico que fue simplificado y los datos experimentales fueron ajustados a una ecuación, capaz de predecir correctamente la variable respuesta del flujo de permeado. El modelo obtenido es consistente y robusto, además no mostró falta de ajuste, con un alto valor del coeficiente de determinación (R2=0,942), alto coeficiente ajustado estadístico (R2adj =0,923) y una distribución normal de los residuos.

Con el fin de estudiar el efecto de las variables independientes en Jp, fueron generados gráficos de superficies de respuesta y de contorno del modelo establecido, para dos de las variables independientes dentro de la gama experimental, variando mientras sostiene la tercera constante en el punto central. Los datos mostraron que un aumento de la PTM causa un efecto positivo en el aumento de Jp, siendo más apreciable cuando NMWL es mayor.

3.3. Optimización de las condiciones de operación

El flujo de permeado fue optimizado, estableciendo las condiciones óptimas para maximizar el flujo de permeado. Las variables respuesta del rechazo del ion lactato y SDS no fueron optimizados ya que no son estadísticamente significativos y no son diferentes entre ellos, en el rango de concentraciones probadas. Las mejores condiciones de operación se obtienen mediante la membrana de ultrafiltración (NMWL) de 15 kDa y 2 bar de TMP. Estas condiciones, corresponden al experimento 13, donde se obtuvo un Jp, RS y RA de 43,35 L/m2 h, 87,05% y 1,6%, respectivamente.

3.4. Relación entre el flujo de permeado y el rechazo de SDS

Como se declaró anteriormente, los niosomas se rompen a pH > 12; y se crean agregados de micelas mixtas de Span 80 y SDS, que conviven en equilibrio con los monómeros de la SDS en la dispersión. Parte de los monómeros de SDS puede ser adsorbido en la superficie de la membrana, aumentando su hidrofobicidad y disminuyendo el flujo de permeado [14]. Los monómeros de SDS también pueden acumularse en la capa de polarización bajo condiciones de presión, causando una disminución del Jp.

El tensioactivo SDS se encuentra en las soluciones en mezclas de diferentes formas: SDS formando micelas (SDS(mx)), monómeros de SDS (SDS(m)) y SDS adsorbido sobre la capa de membrana y la polarización (SDS(M-PL)). La concentración de la forma de SDS en monómero se ha medido durante todo el proceso experimental.

La fracción de la formación de SDS en micelas mixtas (SDS(mx)), monómeros de SDS (SDS(m)) y el SDS absorbido en la capa de membrana y de polarización (SDS(M-PL)), bajo condiciones UF, fueron calculados mediante ecuaciones; donde se ha asumido una idéntica fracción de micelas mixtas en condiciones con y sin proceso de ultrafiltración.

Bajo condiciones de ultrafiltración, la mayor parte del SDS es fijado por adsorción sobre la membrana o acumulado en la capa de polarización, siendo este hecho el principalmente responsable de la disminución del flujo de permeado.

En la Fig. 1, se puede ver como el flujo de permeado aumenta linealmente con la TMP, siendo más significativo con la membrana de 15 kDa. Este hecho también fue estudiado durante el proceso de concentración.

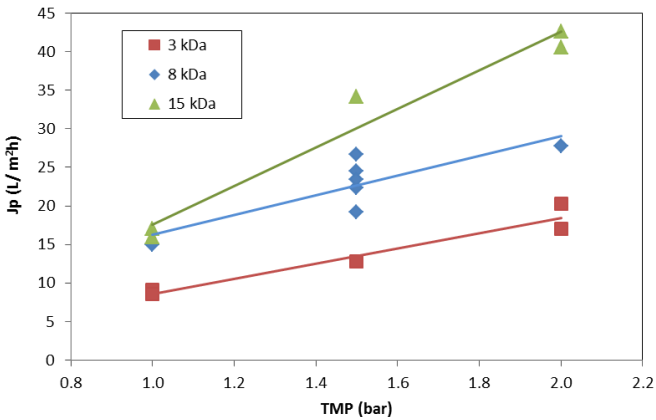


Figura 1. Variación de flujo de permeado con TMP usando diferentes NMWL (3, 8 y 15 kDa). Símbolos: los datos experimentales. Líneas: tendencias del comportamiento.

El flujo de permeado se mantuvo constante durante el proceso de concentración por ultrafiltración, indicando condiciones estables en la capa de polarización y superficie de la membrana.

Al tratarse de un proceso controlado por convección, el aumento de fuerza motriz como TMP, conduce a reducir el espesor de la capa de polarización y a reducir la

cantidad de monómeros de SDS acumulados en la capa límite. Este hecho se observa en la Figura 2a, donde aumenta la cantidad de monómeros de SDS que atraviesan libremente la membrana cuando la presión es mayor, disminuyendo el rechazo de la membrana al SDS, como se muestra en la Figura 2b. Este hecho demuestra la existencia de un comportamiento antagónico entre Jp y RS, que resulta significativo en el proceso.

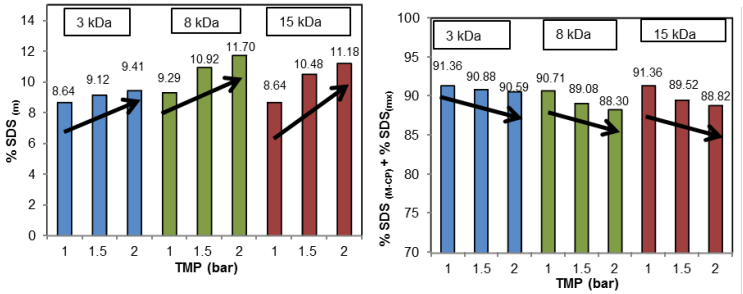


Figura 2. Variación de la cantidad de SDS (w/w %) en la dispersión F con la presión transmembranal: (a) SDS forma monomérica (b) SDS en micelas mixtas y adsorbido sobre la membrana y en la capa de polarización.

4. CONCLUSIONES

El presente trabajo ha demostrado la viabilidad técnica de la utilización de membranas de ultrafiltración para la separación de iones lactato de los surfactantes Span 80 y SDS en soluciones acuosas a pH mayor de 12. La optimización de las condiciones de proceso por RSM demostraron que, en el rango estudiado (TMP: 1 – 2 bar, NMWL: 3 – 15 kDa y CA: 5 – 15 mol/m3) los mejores resultados se obtuvieron para la membrana de 15 kDa y con una presión transmembrana de 2 bar. En estas condiciones, el flujo de permeado (Jp) fue de 42,63 L/m2h y un rechazo de SDS (RS) de 87.05%. El efecto de la concentración de iones lactato y SDS no fue estadísticamente significativa en la respuesta Jp. Aunque las diferencias entre los valores de RS no fueron estadísticamente significativas, se vio un comportamiento antagónico entre RS y Jp, que fue probado experimentalmente. Se observó que el proceso de ultrafiltración era un proceso controlado por convección y Jp aumentó cuando TMP es mayor, siendo este efecto más apreciable para membranas con mayor NMWL. Por lo tanto, cuando se aumenta Jp, parte de las moléculas de SDS fijadas por adsorción sobre la membrana o en la capa de polarización, pasan libremente a través de la membrana. Este estudio complementa a un estudio anteriormente realizado con membranas de microfiltración de TiO2 de 0,20 mm y a 0,3 bar TMP [13], donde se obtuvo una disminución significativa del flujo de permeado durante la separación de componentes por el ensuciamiento de la membrana debido a los monómeros de SDS fijado por adsorción en los poros grandes de la membrana de microfiltración.

Una comparación entre ambos estudios muestra que el Jp que se obtiene con la membrana de ultrafiltración de 15 kDa (Jp = 42,53 L/m2h), fue mayor que la obtenida con la membrana de microfiltración de 0,20 mm (Jp = 19.19 L/m2h).

Además, se obtuvo una menor disminución de Jp en relación al flujo de agua pura (Jw) con la membrana UF (Jp/Jw = 0,61) que con la membrana de microfiltración (Jp/Jw = 0,38). Estos resultados indican una mejora en el proceso de extracción en el proceso de re-extraction del ácido láctico con niosomas de Span 80 y SDS utilizando membranas de ultrafiltración.

REFERENCIAS

[1] Datta R., S.P. Tsai, P. Bonsignore, S.H. Moon, J.R. Frank, Technological and economic potential of poly(lactic acid) and lactic acid derivatives, FEMS Microbiol. Rev. 16 (1995) 221–231.

[2] Abdel-Rahman, M. A., Tashiro, Y., Sonomoto, K. (2011). Lactic acid production from lignocellulose-derived sugars using lactic acid bacteria: overview and limits. Journal ofBiotechnoly, 156, 286–301.

[3] Taskila, S., Ojamo, H. (2013) The current status and future expectations in industrial production of lactic acid by lactic acid bacteria. In: MarcelinoKongo, J. (Ed.), Lactic acid bacteria R& D for food, health and livestock purposes. InTech (Chapter 26).

[4] Nampoothiri, K. M., Nair, N. R., John, R. P. (2010). An overview of the recent developments in polylactide (PLA) research.Bioresource Technology, 101, 8493–8501.

[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] Huang, H., Yang, S. T., Ramey, D. E. (2004) A hollow-fiber membrane extraction process for recovery and separation of lactic acid from aqueous solution. Applied Biochemistry and Biotechnology. 114, 671-688.

[7] Rodriguez, M., González-Muñoz, M. J., Luque, S., Álvarez, J. R., Coca, J. (2006) Extractive ultrafiltration for the removal of carboxylic acids.Journal of Membrane Science, 274, 209–218.

[8] Juang, R. S., Chen, J. D., Huan, H. C. (2000) Dispersion-free membrane extraction: case studies of metal ion and organic acid extraction. Journal of Membrane Science, 165, 59–73.

[9] Landaburu-Aguirre, J., Pongrácz, E., Keiski, R. L. (2011). Separation of cadmium and copper from phosphorous rich synthetic waters by micellar-enhanced ultrafiltration.Separation and Purification Technology 81, 41–48.

[10] Landaburu-Aguirre, J., Pongracz, E., Sarpola, A., Keiski, R. L. (2012). Simultaneous removal of heavy metals from phosphorous rich real wastewaters by micellar-enhanced ultrafiltration.Separation and PurificationTechnology 88, 130 –137.

[11] Ruiz, M.O., Benito, J.M., Barriuso, B., Cabezas, J.L, Escudero, I. (2010) Equilibrium distribution model of betaine between surfactant micelles and water: application to a micellar-enhanced ultrafiltration process. Industrial and Engineering Chemical Research,49, 6578–6586.

[12] Geanta, R.M., Ruiz, M.O., and Escudero, I. (2013) Micellar-enhanced ultrafiltration for the recovery of lactic acid and citric acid from beet molasses with sodium dodecyl sulphate.Journal of Membrane Science, 430, 11–23.

[13] Roque, L., Escudero, I. and Benito, J.M. (2015) Lactic acid recovery by microfiltration using niosomes as extraction agents, Separation and Purification Technology doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.seppur.2015.07.018.

[14] Villafaña-López, L., Ávila-Rodríguez, M, and González-Muñoz, M.P.(2015) Study of the zeta potential and streaming current of ultrafiltration membranes in contact with an anionic surfactant Desalination and Water Treatment Volume 56, Issue 13.

OPTIMIZACIÓN DE LA INMOVILIZACIÓN DE NARINGINASA POR ATRAPAMIENTO EN CRIOGELES DE PVA-PEG

Yaiza González-Temiño, 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 investigación se centra en el desarrollo de biorreactores basados en la tecnología de inmovilización de naringinasa por atrapamiento en criogeles de alcohol polivinílico (PVA) y polietilenglicol (PEG). Se ha aplicado 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 en el proceso de inmovilización enzimática. Con las técnicas de optimización multiobjetivo se maximizó de forma simultánea el porcentaje de inmovilización y la estabilidad operativa de la enzima en la degradación del compuesto amargo naringina en zumos sintéticos. Este trabajo se completó con el estudio de la capacidad de reutilización y la estabilidad al almacenamiento del biocatalizador inmovilizado.

Palabras clave: Inmovilización enzimática, naringina, naringinasa, alcohol polivinílico, polietilenglicol.

1. INTRODUCCIÓN

Los hidrogeles se consideran matrices adecuadas para la inmovilización por atrapamiento de biocatalizadores (enzimas y células) debido a su biocompatibilidad, bajos coeficientes de fricción y alto contenido en agua [1], proporcionando entornos adecuados para la actividad enzimática. La inmovilización por atrapamiento implica la retención de la enzima dentro de los espacios intersiciales de geles poliméricos entrecruzados. Las matrices basadas en geles de PVA se caracterizan por presentar una buena estabilidad mecánica, ser materiales bicompatibles, no tóxicos y tener bajo coste [2]. Para la obtención del gel de PVA la aplicación de un procedimiento de congelación-descongelación evita la adición de reactivos químicos para formar el hidrogel. Además, los criogeles de alcohol polivinílico presentan una estructura muy porosa que puede ser modificada variando las condiciones del proceso y las características del PVA [3]. La incorporación de polietilenglicol (PEG) en el proceso de polimerización modifica la porosidad y fuerza mecánica de la matriz de PVA [4] y, por tanto, puede mejorar la estabilidad y operatividad de la enzima.

En la investigación desarrollada se ha procedido a la inmovilización de naringinasa en criogeles de PVA combinados con PEG para su aplicación en el desamargado de zumos cítricos. Tradicionalmente, la industria emplea resinas de adsorción para reducir los compuestos amargos de estos zumos, pero con esta técnica también se reduce el contenido en otros compuestos que influyen en la calidad organoléptica y las propiedades

nutricionales y saludables del zumo. Una alternativa a las técnicas de adsorción tradicionales es el empleo de biocatalizadores (enzimas) que actúen específicamente sobre uno de los de los principales compuestos amargos del zumo, la naringina.

El objetivo de esta investigación es la obtención de un inmovilizado de naringinasa en criogeles de alcohol polivinílico y polietilenglicol que sea activo y estable. Para ello, se procedió en primer lugar a la selección de los componentes de la matriz (PVA y PEG), en función de su peso molecular y grado de polimerización. Posteriormente, se seleccionaron las condiciones óptimas de inmovilización y, por último, se estudió la estabilidad operacional y al almacenamiento del biocatalizador inmovilizado.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Inmovilización de naringinasa en criogeles de PVA-PEG

Para la inmovilización de la naringinasa comercial de *Penicillium decumbens* se siguió el protocolo descrito por Busto et al. [2] basado en el método de congelación-descongelación. Se disolvía hidróxido de sodio (25 mg de NaOH g^{-1} de PVA) en agua y posteriormente se añadía el PVA y el PEG. Esta mezcla se autoclavaba a 121ºC durante 15 min para disolver el alcohol polivinílico. Una vez enfriada la disolución se ajustaba el pH con ácido clorhídrico y se añadía la enzima. Esta solución se extruía sobre nitrógeno líquido formando perlas que se dejaban descongelando a 4ºC durante toda la noche. Posteriormente, se lavaban en agua destilada y se secaban con papel de filtro. En la Fig. 1 se muestra una fotografía del biocatalizador inmovilizado obtenido mediante este método

Fig. 1. Perlas de PVA-PEG obtenidas mediante el método de congelación-descongelación.

2.2. Medida de la actividad enzimática

La medida de la actividad naringinasa (naringina hidrolizada mg^{-1} enzima min^{-1}) de la enzima libre e inmovilizada se basaba en la cuantificación de la naringina remanente después de 1 h de incubación a 50ºC con agitación orbital constante a 150 rpm. La concentración de naringina se estimaba usando el método colorimétrico de Davis [5] que se fundamenta en que cuando se mezclan flavanonas y dietilenglicol en medio básico se produce una reacción que genera un cambio de color cuya intensidad es directamente proporcional a la concentración de flavanonas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los grados de polimerización (GP) y de hidrólisis (GH), y el peso molecular (PM) del alcohol polivinílico afectan a la formación del criogel. La presencia de gru-

pos ésteres residuales puede interferir en la formación de enlaces intermoleculares, por lo que para la preparación de criogeles rígidos es necesario usar PVA con alto grado de hidrólisis [3]. Por otro lado, el grado de polimerización afecta a la viscosidad de la solución de PVA, de forma que si es muy baja no se consiguen formar las perlas y si es muy alta se dificulta mucho la manipulación. Finalmente, el incremento del peso molecular favorece la gelificación. Se decidió, por tanto, trabajar con tres PVAs de alto grado de hidrólisis que tenían distinto PM y GP y se estudió como afectaban estas características al rendimiento de inmovilización. En la Tabla 1 se detallan las características de los PVAs estudiados.

Tabla 1. Características de los PVA utilizados en la inmovilización de naringinasa.

Peso molecular (kDa)	Grado de polimerización (%)	Grado de hidrólisis (%)
61	1400	98-98,8
125	2800	98-98,8
145	3300	99-99,8

Una vez seleccionado el PVA se procedió a estudiar el efecto de la incorporación de PEG de distinto peso molecular (400, 600 y 1000 Da) sobre el rendimiento de inmovilización y la estabilidad operacional en zumo sintético. El estudio de las perlas obtenidas se completó con la observación morfológica y estructural mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) lo que permitió determinar cómo afectaba la incorporación de PEG al tamaño y número de poros de la matriz soporte. En la Fig.2 se muestra un ejemplo de una imagen SEM del interior de una perla de alcohol polivinílico.

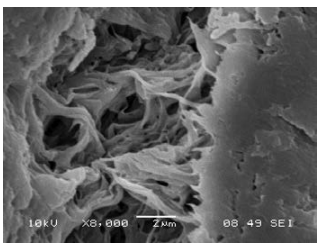


Fig. 2. Imagen obtenida mediante microscopía electrónica de barrido de la estructura interna de una perla de alcohol polivinílico obtenida por criocongelación.

Tras seleccionar el PVA y el PEG más adecuados se procedió a optimizar las condiciones del proceso de inmovilización aplicando la metodología de diseño de experimentos y superficie de respuesta. El diseño de experimentos permite la optimización de múltiples variables con el mínimo número de experimentos y aplicando un modelo matemático, denominado superficie de respuesta, se pueden relacionar las respuestas con los factores estudiados. Entre los experimentos más adecuados para calcular el modelo matemático está el diseño central compuesto [6].

Se aplicó un diseño central compuesto 2^3 + estrella con 3 puntos centrales. Las variables seleccionadas fueron la concentración de PVA, la concentración de PEG y el pH. Se establecieron dos variables respuesta, el porcentaje de inmovilización y la

estabilidad operativa de la enzima en la degradación de naringina en zumos sintéticos. Los ensayos experimentales con las condiciones óptimas permitieron validar el modelo multiobjetivo obteniendo un biocatalizador con un rendimiento de inmovilización superior al 40%, sin pérdida de actividad después de dos reutilizaciones.

La posibilidad de reutilización, la facilidad de separación y una mayor estabilidad, son las principales ventajas de usar biocatalizadores inmovilizados [7]. Por ello, se llevó a cabo un estudio de reutilización del inmovilizado de naringinasa en zumo sintético y se comprobó que tras varios ciclos de reutilización la enzima permanecía activa. Además, el biocatalizador obtenido conservaba también su actividad después de una semana de almacenamiento en refrigeración.

4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos sugieren que los criogeles de PVA-PEG son soportes adecuados para la inmovilización de naringinasa, ya que rinden biocatalizadores activos y estables. La incorporación de polietileglicol reduce levemente la actividad naringinasa pero incrementa la estabilidad mecánica de las perlas. Además, la aplicación del diseño de experimentos y la función de deseabilidad permitió optimizar el rendimiento de inmovilización y la estabilidad operativa simultáneamente. Los resultados obtenidos sobre zumo sintético hacen pensar que el biocatalizador obtenido podría ser aplicado con éxito en zumos de cítricos.

REFERENCIAS

[1] Fernandes, P., Marques, M.P.C., Carvalho, F., Cabral, J.M.S. (2009). A simple method for biocatalyst immobilization using PVA-based hydrogel particles. Journal of Chemical Technology and Biotechnology 84, pp. 561-564.

[2] 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.

[3] 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.

[4] 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.

[5] Davis, W. (1947). Determination of flavanones in citrus. Analytical Chemistry 19, pp.476–478.

[6] Massart, D., Vandeginste, M., Buydens, L., Jong, S., Lewi, J., Smeyers-Verbeke, J. (1997). Handbook of Chemometrics and Qualimetrics: Parte A. Elsevier Science, Amsterdam.

[7] Pedro, H. A., Alfaia, A. J., Marques, J., Vila-Real, H. J., Calado, A., Ribeiro, M. H. (2007). Design of an immobilized enzyme system for naringin hydrolysis at high-pressure. Enzyme and Microbial Technology 40(3), pp.442-446.

EFECTOS DE UN PRODUCTO DE HOLLEJO SOBRE LA PERMEABILIDAD VASCULAR

Gisela Gerardi, Mónica Cavia-Sanz, Mª Dolores Rivero Pérez, Mª Luisa González SanJose, Pilar Muñiz Rodríguez

Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos, Plaza Misael Bañuelos, 09001, Burgos, España.

RESUMEN

El aumento de la permeabilidad vascular es una de las causas de disfunción endotelial debido a que moléculas, que normalmente no atraviesan el endotelio puedan atravesarlo y depositarse en la pared de los vasos produciéndo un proceso inflamatorio que reduce la luz del vaso y lo debilita. Debido a la importancia de este tipo de alteración en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y conociendo los efectos beneficiosos de los polifenoles de la uva en este tipo de patologías, el objetivo de este trabajo consistió en evaluar posibles efectos preventivos de un producto de hollejo frente al daño endotelial. Para ello se evaluó la permeabilidad vascular mediante un análisis celular a tiempo real (RTCA) sobre una monocapa de células HUVEC. Se trabajó con un producto de hollejo sometido a digestión gastrointestinal y fermentación colónica in vitro para obtener dos tipos de fracciones biodisponibles. Se emplearon dos tipos de condiciones para el cultivo de celular, normo- o hiper-glicémicas y se trató con interferón gamma que altera la permeabilidad celular. El tratamiento previo de la monocapa celular con la fracción biodisponible del producto de fermentación colónica, tiene un efecto significativamente protector sobre la permeabilidad celular en células sometidas a estrés hiperglucémico.

Palabras claves: permeabilidad vascular, polifenoles, hollejo, HUVEC.

SEGUNDA SESIÓN

Paula Rodríguez Torrico

Emoción o cognición, ¿qué surge antes en la compra online?

Virginia Domingo De La Fuente

Justicia restaurativa como ciencia penal, encaminada a mejorar nuestro derecho penal

Íñigo García Rodríguez

Determinantes de las donaciones de las ONGDS españolas

Barbara Coêlho Da Gama Santos

El "Sugar Tax" de Reino Unido y la incorporación de externalidades negativas

Clara Pérez Cornejo

El contexto cultural en la relación de la responsabilidad social corporativa y la reputación corporativa

EMOCIÓN O COGNICIÓN, ¿QUÉ SURGE ANTES EN LA COMPRA ONLINE?

Paula Rodríguez-Torrico[1], Sonia San Martín Gutiérrez [1] Rebeca San José Cabezudo[2]
[1]*Universidad de Burgos*
[2]*Universidad de Valladolid*

RESUMEN

Dado el debate surgido en la literatura académica acerca del momento en que la emoción y la cognición se presentan, el objetivo de este trabajo es analizar la secuencia emoción-cognición y cognición-emoción a partir de dos modelos competitivos. Para ello se plantean dos modelos en los que se analizan las relaciones entre las emociones desarrolladas por los compradores online y la valoración de dicha experiencia y finalmente su influencia en la predisposición hacia la compra a través de este canal. En el primer modelo, apoyándonos en la teoría cognitiva, se plantea la secuencia cognición-emoción, y en el segundo de los modelos se realiza el análisis de la relación emoción-cognición, basándonos en la teoría biológico-evolutiva. Para llevar a cabo el trabajo, se ha recogido información a través de un cuestionario online a 284 compradores online de ropa. Para estimar ambos modelos de ecuaciones estructurales se aplica el enfoque PLS. Los resultados obtenidos ofrecen apoyo a la teoría biológico-evolutiva y la primacía de la emoción en el comportamiento del comprador online.

Palabras clave: Emoción, cognición, comportamiento del consumidor, compra digital.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de las emociones en el comportamiento de compra del consumidor ya no es un hecho aislado. Tratar de explicar las decisiones del comprador teniendo en cuenta únicamente aspectos cognitivos se plantea incompleto, siendo necesario tener en cuenta tanto los aspectos cognitivos como afectivos, ya que ambos están presentes en el consumo [1], [2]. Concretamente, en comportamiento del consumidor las emociones se pueden definir como estados afectivos caracterizados por episodios de sentimientos intensos asociados con un referente específico (como personas, objetos o eventos) y que instigan respuestas específicas de comportamiento [3]. Por otra parte, los procesos cognitivos asociados al comportamiento del consumidor consisten en juicios subjetivos realizados por el individuo sobre el referente específico en cuestión [4]. En este sentido, aunque parece existir ya un consenso en cuanto a la necesidad de incluir el papel tanto de la cognición como de la emoción para comprender el comportamiento humano [5], [6], no existe consenso todavía en relación a la secuencia en la que emoción y cognición aparecen [7]. En este sentido, parte de la literatura ha situado las emociones como consecuencia de la cognición y antecedentes de la decisión de compra, y otra parte, aunque menor, ha planteado una secuencia en la que la

emoción precede a la cognición, desarrollando así un debate en relación a la secuencia emoción-cognición. Concretamente, la mayor parte de trabajos en marketing han defendido la secuencia cognición-emoción-comportamiento, pero parece coherente pensar también que la emoción pueda surgir de un modo inconsciente asociada a la situación y sea después cuando el consumidor valore de forma consciente el proceso de compra, como plantean otros investigadores.

Además, en el contexto online, que es en el que se enmarca este trabajo, ha aparecido la misma cuestión acerca de cómo surgen la emoción y la cognición. Por un lado, existen trabajos que proponen que los compradores online llevan a cabo en primer lugar el proceso cognitivo tras el cual se desarrollan sus emociones [8], [9]; y, por otro lado, hay trabajos que proponen que las emociones son antecedentes del proceso cognitivo durante la situación online [10], [11].

En este punto, es coherente preguntarse ¿piensan o sienten primero los consumidores en el entorno online cuando llevan a cabo su proceso de compra? Para responder a esta pregunta, y tratar de aclarar el sentido de estas relaciones, se hace necesario el estudio de estas variables teniendo en cuenta las dos secuencias. Para ello, el objetivo de este trabajo es testar dos modelos competitivos, el primero planteando una secuencia cognición-emoción y el segundo emoción-cognición.

A continuación, se presenta el marco teórico del trabajo. En el siguiente apartado se explica la metodología llevada a cabo para realizar el trabajo empírico y finalmente se exponen los resultados y conclusiones del estudio.

2. MARCO TEÓRICO

En los últimos años las emociones han despertado la curiosidad de los investigadores en el contexto del marketing y han ido ganando protagonismo en la literatura del comportamiento del consumidor. Para indagar en su análisis, la literatura se ha basado en el ámbito de la psicología, en el cual abundan las teorías que tratan de explicar las emociones de los individuos y entre las cuales uno de los aspectos que ha suscitado mayor debate ha sido la relación entre la emoción y la cognición [12], [13], [14] y [15], [16]. Este debate se ha asociado, principalmente, con dos perspectivas de las emociones, la perspectiva cognitiva, defendida por Lazarus [12], [13], [14] y la biológico-evolutiva, que sostiene Zajonc [15] [16]. Las teorías cognitivas argumentan que las emociones surgen como consecuencia de un proceso cognitivo, en el que la emoción tiene como antecedente una evaluación subjetiva y consciente realizada por parte del individuo sobre la situación [14], [17]. Por otro lado, la perspectiva biológico-evolutiva mantiene que se pueden desarrollar reacciones emocionales sin que haya existido una evaluación, precediendo así la emoción a la cognición en la cadena conductual [15] [16] [18]. Para Lazarus, sin evaluación no hay emoción, por el contrario, Zajonc defiende que se puede producir emoción sin cognición, ya que un simple input sensorial puede producir respuestas emocionales sin que exista ninguna transformación cognitiva.

Aunque en el contexto del marketing y más concretamente en el comportamiento del consumidor una gran parte de los investigadores se han centrado en las teorías cognitivas para comprender las emociones [19], [20] también hay autores que han defendido el análisis de las emociones de los compradores bajo una perspectiva biológico-evolutiva [10], [21], [22]. Las teorías cognitivas aplicadas al comportamiento del consumidor plantean que las emociones, influenciadas por aspectos del entorno

evaluados por el consumidor, influyen en el comportamiento de compra de los individuos. En estos casos, las emociones se han situado como consecuencia de ciertos estímulos del entorno que son procesados previamente por los consumidores y los cuales despiertan la reacción emocional que después desemboca en el comportamiento de compra. Por el contrario, la teoría bilógico-evolutiva aplicada al marketing sitúa las emociones como antecedentes del proceso cognitivo de evaluación. Las emociones surgen de un modo inconsciente activadas por la situación de compra, sin previo proceso cognitivo, y es después cuando los consumidores realizan la evaluación cognitiva de la experiencia de compra que determinará su comportamiento. En este trabajo se plantean ambas situaciones aplicadas a la compra online con el objetivo de dar luz en la literatura académica del comportamiento del comprador. Por un lado, siguiendo las premisas de Lazarus se plantea en el modelo 1 la secuencia cognición-emoción (Fig. 1). Por otro lado, y siguiendo los postulados de Zanjoc, se propone en un segundo modelo la secuencia emoción-cognición (Fig. 2).

2.1. Secuencia Cognición-Emoción en la compra online.

En el modelo propuesto (Fig. 1) siguiendo las premisas de la teoría cognitiva de las emociones [12], [13], [14] se propone que las respuestas emocionales que el consumidor desarrolla en la compra online estarán determinadas por el proceso cognitivo previo de valoración de dicha experiencia, y estas emociones influirán en la predisposición del comprador online. Este planteamiento considera la valoración de la experiencia como el proceso cognitivo que el consumidor realiza de forma previa al surgimiento de sus emociones. La teoría cognitiva plantea como principal determinante de la emoción, la evaluación e interpretación de la situación, es decir, para que se produzca la emoción el individuo debe evaluar la situación [23]. Esta teoría explica las emociones como consecuencia de los procesos cognitivos, generándose a partir de la evaluación subjetiva realiza por el individuo sobre la situación o evento [14], [17], [19]. Para los autores que defienden esta perspectiva, es la actividad cognitiva la que produce la respuesta emocional. En el contexto del marketing y el comportamiento del comprador, este enfoque ha tenido un alto grado de aceptación entre los académicos [24]. Partiendo de esta teoría, diversos trabajos han planteado las emociones como consecuencia de las evaluaciones cognitivas realizadas por el comprador [25], [26]. Concretamente, se han propuesto diferentes aspectos asociados a la actividad cognitiva del comprador, como los aspectos del entorno de la tienda [27], como determinantes de las emociones de este. En el entorno online, en general como antecedentes de las emociones se han propuesto y estudiado aspectos del entorno web, como su diseño, facilidad de uso, estética, entretenimiento, etc. [8], [9]. Por lo tanto, el modelo propuesto (Fig. 1) plantea una secuencia en la que en primer lugar el consumidor lleva a cabo una actividad cognitiva de valoración de la experiencia de compra online que tendrá como consecuencia una reacción emocional que influirá en la predisposición del consumidor hacia la compra online. Consecuentemente las hipótesis se presentan como sigue:

H1: La evaluación de la experiencia de compra online influirá de forma positiva en las emociones surgidas en la compra online.

H2: Las emociones desarrolladas durante la compra online influirán de forma positiva en la predisposición a la compra online.

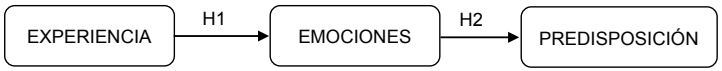


Figura 1. Modelo propuesto – Modelo 1.

2.2 Secuencia Emoción-Cognición en la compra online.

En el modelo competidor, modelo 2 (Fig. 2), adaptando los postulados de Zajonc [15] [16], se plantea que el consumidor desarrollará ciertas emociones, activadas de forma no consciente ante la exposición a los estímulos presentados en la web, las cuales influirán en su valoración sobre la experiencia de compra en dicha web y finalmente en la predisposición a la compra. Por lo tanto, se producirán, en primer lugar, las reacciones emocionales que harán que, tras el procesamiento cognitivo del suceso, el individuo valore de un modo u otro el sitio. Según Zajonc, las reacciones emocionales surgen más rápidamente que las evaluaciones cognitivas y puede producirse procesamiento emocional sin que haya conocimiento consciente. Las emociones pueden surgir sin que exista un proceso cognitivo previo de las mismas y pueden ser, por lo tanto, antecedentes de la evaluación cognitiva [15] [16]. A estos razonamientos se suma Izard [28] proponiendo que existen activadores no cognitivos que podrían explicar multitud de las emociones experimentadas por los individuos. En esta línea, Kleinginna y Kleinginna [29] en su definición integradora de emociones plantean que estas pueden generar procesos cognitivos como la percepción y evaluaciones. Además, en el contexto del marketing, se ha defendido la idoneidad de las emociones para explicar las experiencias y satisfacción del consumidor [25], [30]. También, en el contexto online, algunos trabajos han tratado las emociones como antecedentes de las evaluaciones o experiencias de los consumidores [31], las valoraciones de la estética web [10], así como de las valoraciones sobre la imagen o satisfacción en el caso de destinos turísticos [11]. Por lo tanto, en el modelo competidor (Fig. 2) se propone que las emociones surgirán durante la compra online y serán antecedentes de la valoración de dicha experiencia de compra, que finalmente influirá en la predisposición del consumidor. Por lo tanto, se plantean la tercera y cuarta hipótesis:

H3: Las emociones desarrolladas durante la compra online influirán de forma positiva en la evaluación de la experiencia de compra online.

H4: La evaluación de la experiencia de compra online influirá de forma positiva en la predisposición a la compra online.

Figura 2. Modelo competidor – Modelo 2.

3. METODOLOGÍA

3.1. Muestra y variables de medida

Para llevar a cabo el estudio planteado se dispone de información recogida a través de un cuestionario online que fue distribuido a compradores online. La muestra útil final ascendió a 284 individuos. La muestra está compuesta prácticamente por

mujeres (98,6%) de edades comprendidas en su mayoría entre 36 y 50 años (72,9%) y trabajadores con trato directo con clientes (62,7%).

Para medir las variables se han utilizado escalas previamente validadas en la literatura y se han adaptado al contexto de este estudio. La escala de las emociones siguió el enfoque agrado-activación-dominancia (PAD de sus siglas en inglés) [32] adaptando únicamente las dimensiones de agrado y activación, ya que en la investigación previa existe consenso en cuanto a que la última de las dimensiones puede ser excluida debido a que el agrado y la activación recogen de un modo apropiado las emociones [33], [34]. Esta variable se midió a través de una escala diferencial semántica de 5 puntos. La valoración de la experiencia se trató como un constructo de segundo orden formado por cuatro variables relacionadas con el diseño web -estética [35], entretenimiento [36], interactividad [37] y seguridad y privacidad [38]. La predisposición a la compra online se midió a partir de tres indicadores [39]. Para medir tanto las variables de la experiencia como la predisposición se utilizó una escala Likert 5 puntos.

3.2. Validez de las escalas

Debido a que las escalas utilizadas son tanto formativas como reflectivas se ha seguido el enfoque de mínimos cuadrados parciales (PLS) para la estimación de ambos modelos, utilizando para ello el programa Smart PLS 3.

Para realizar la evaluación de medida del constructo de segundo orden se realizó la estimación en dos pasos [40], ya que ofrece la ventaja de estimar un modelo más parsimonioso en el análisis de nivel superior [41]. En primer lugar, se evaluó la validez y fiabilidad de los constructos de primer orden. De estos constructos, la estética, el entretenimiento y la seguridad y privacidad están medidos a partir de escalas reflectivas. En estos casos se confirmó la fiabilidad de las escalas de medida con valores para el α de Crombach y la fiabilidad compuesta en todos los casos superiores a 0,7 y 0,6, respectivamente. Del mismo modo, se confirmó la validez convergente de las escalas a partir de la varianza extraída (AVE), presentando todos los indicadores valores superiores a 0,5 [42]. Para el constructo formativo de primer orden, interactividad, se utilizan dos estadísticos para descartar la multicolinealidad: el factor de inflación de la varianza (FIV), cuyos valores se encuentran por debajo de 5, y la tolerancia, cuyos valores están por encima de 0.10 [43].

En el segundo paso, se introducen las cargas factoriales de estos constructos como indicadores formativos del constructo de segundo orden y se realiza de nuevo el proceso de validación de escalas. En este caso, los dos constructos reflectivos –emociones y predisposición– cumplen los estándares recomendados de fiabilidad –α de Crombach y la fiabilidad compuesta, por encima de 0,7 y 0,6, respectivamente– y de validez convergente –AVE superior a 0,5–. Para la experiencia se descarta la multicolinealidad a partir del FIV y la tolerancia, ya que los cuatro indicadores presentan valores por debajo de 5 en el primero y superiores a 0,10 en el segundo.

4. RESULTADOS

Después de validar las escalas, se testaron las hipótesis propuestas a partir de la estimación de ambos modelos. Ambos modelos están construidos con las mismas variables latentes, la única diferencia entre ellos es la secuencia de las relaciones de la emoción y la cognición. En las tablas 1 y 2 se muestran los resultados de dichas esti-

maciones. En el primer modelo (Tabla 1), donde la experiencia online se plantea como antecedente de las emociones desarrolladas en este medio, se puede observar que esta relación es significativa y por lo tanto se confirma la H1. En este mismo modelo, se propone la relación entre las emociones y la predisposición a la compra online; los resultados revelan un efecto positivo y significativo como se había planteado, dando apoyo por lo tanto a la segunda hipótesis.

Tabla 1. Modelo 1–Estimación de la secuencia cognición-emoción.

Path	Coeficiente	t- test	R^2	R^2 ajustado	f^2
H1: Experiencia → Emociones	0,316***	5,427	0,100*	0,097*	0,111*
H2: Emociones → Predisposición	0,426***	7,860	0,182***	0,179***	0,222**

Nota: *p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001

En la Tabla 2 se muestra la estimación del modelo competidor (Modelo 2), que establece que las emociones surgen con anterioridad al proceso cognitivo de la experiencia. Como puede comprobarse en los resultados, se confirma la tercera hipótesis que plantea que las emociones desarrolladas durante la compra online son antecedentes de la valoración de la experiencia de dicha compra. Finalmente, este modelo propone la relación entre la experiencia de compra online y la predisposición hacia dicha compra; los resultados muestran una relación significativa entre estas variables, dado apoyo a la cuarta de las hipótesis.

Tabla 2. Modelo 2–Estimación de la secuencia emoción-cognición.

Path	Coeficiente	t- test	R^2	R^2 ajustado	f^2
H3: Emociones → Experiencia	0,313***	5,146	0,098**	0,095**	0,109*
H4: Experiencia → Predisposición	0,656***	21,970	0,431***	0,429***	0,757***

Nota: *p < 0,05; **p < 0,01; ***p < 0,001

Tras la validación de las hipótesis, se analizaron los R^2 de cada uno de los modelos. Si nos centramos en la variable dependiente común en ambos modelos, la predisposición a la compra online, vemos que el valor del R^2 para esta variable en el modelo 1 es de 0,182 y en el modelo 2 es de 0,431; el R^2 ajustado en el primer caso es de 0,179 y en el segundo 0,429. Aunque en todos los casos superan los valores recomendados [44], se observa que en el segundo modelo se explica un mayor porcentaje de la variable dependiente que en el primero.

Además, con el objetivo de determinar la influencia de las variables latentes sobre la variable dependiente, se analiza el f^2 [45]. Siguiendo las indicaciones de Cohen [46], el tamaño del efecto depende de los valores del f^2. Un $f^2 \geq 0,02$ representa un efecto pequeño, un $f^2 \geq 0,15$ representa un efecto mediano y un $f^2 \geq 0,35$ representa un efecto grande. Los resultados muestran que, en la predisposición a la compra online, las emociones muestran un efecto menor ($f^2 = 0,222$) que la experiencia ($f^2 = 0,757$), la cual presenta un tamaño de efecto grande en la explicación de la predisposición a la compra.

5. CONCLUSIONES

Este trabajo compara dos modelos competidores con el objetivo de contribuir a la literatura académica relacionada con las emociones en el comportamiento del consumidor. Debido al debate existente acerca de la relación entre las emociones y los procesos cognitivos, y basándonos en las teorías cognitivas [12], [13], [14] y biológico-evolutivas [15] [16], se proponen dos modelos en los que se plantea por un lado la secuencia cognición-emoción y por otro la secuencia emoción-cognición.

Los resultados muestran que, aunque en ambos modelos se confirman las hipótesis planteadas, el modelo que plantea la secuencia emoción-cognición explica un mayor porcentaje de la varianza de la predisposición a la compra online. Por lo tanto, este trabajo da soporte a las teorías biológico-evolutivas y apoya el enfoque de Zanjoc [15] [16] y su primacía de las emociones. Se observa que, para explicar la predisposición del consumidor en el contexto online, el modelo más adecuado es el modelo que plantea la secuencia emoción-cognición. Por ello, se entiende que cuando un consumidor lleva a cabo un proceso de compra online desarrolla una serie de emociones fruto de la exposición al entorno online (web, sitio móvil…). Estas emociones que surgen durante el proceso de compra influyen en la valoración que el individuo realiza de su experiencia de compra online, es decir, si el comprador desarrolla unas emociones positivas, valorará de una forma más positiva la estética, el entretenimiento, la interactividad y la seguridad y privacidad percibidos. Tras ello, una experiencia de compra positiva aumentará la predisposición que el consumidor tiene hacia la compra online.

Este trabajo contribuye a la literatura académica, ya que, por un lado, aporta soporte empírico a la literatura de las emociones aplicada al contexto del comprador. Además, en este sentido, dado el debate abierto en relación a la secuencia emoción-cognición, ofrece apoyo a las teorías biológico-evolutivas, menos exploradas en la literatura del marketing y abre una puerta a la investigación en esta línea que puede nutrir el conocimiento que se tiene sobre el modo en el que los consumidores se comportan, desde otra perspectiva teórica.

Finalmente, este trabajo también presenta limitaciones. Por un lado, la muestra está compuesta por clientes de una empresa de ropa, en su mayor parte mujeres y en cierto modo homogénea. Además, aunque el modo de medir las emociones está apoyado en la literatura, es sabido que las emociones en ocasiones son inconscientes y en muchos casos más profundas, por lo que es posible que de este modo no se esté considerando el total de las mismas. En investigaciones futuras se podrían considerar estos aspectos y tratar de desarrollarlos con mayor detalle.

REFERENCIAS

[1] Babin, B.J., Darden, W.R. y Griffin, M., (1994). Work and/or fun: measuring hedonic and utilitarian shopping value. Journal of consumer research, 20, pp. 644-656.

[2] Holbrook, M. B. y Hirschman, E. C. (1982). The Experiential Aspects of Consumption: Consumer Fantasies, Feelings and Fun. Journal of Consumer Research 9 (2), pp. 132-141.

[3] Cohen, J.B. y Areni, C.S. (1991): Affect and Consumer Behavior, en T.S. Robertson and H.H.

[4] Edell, J. A., & Burke, M. C. (1987). The power of feelings in understanding advertising effects. Journal of Consumer research, 14(3), pp. 421-433.

[5] Burke, M. C. y Edell, J. A. (1989). The impact of feelings on ad-based affect and cognition. Journal of marketing research, pp. 69-83.

[6] Eroglu, S.A., Machleit, K.A. y Davis L.M. (2001). Atmospheric qualities of online retailing: A conceptual model and implications. Journal of Business Research 54, pp.177-84.

[7] Bigné, E., Ruiz, C. y Sanz, S. (2005). The impact of internet user shopping patterns and demographics on consumer mobile buying behavior, Journal of Electronic Commerce Research, 6(3), pp. 193-209.

[8] Eroglu, S. A., Machleit, K. A., & Davis, L. M. (2003). Empirical testing of a model of online store atmospherics and shopper responses. Psychology & Marketing, 20(2), pp. 139-150.

[9] Verhagen, T., & van Dolen, W. (2011). The influence of online store beliefs on consumer online impulse buying: A model and empirical application. Information & Management, 48(8), pp. 320-327.

[10] Mazaheri, E., Richard, M. O., & Laroche, M. (2012). The role of emotions in online consumer behavior: a comparison of search, experience, and credence services. Journal of Services Marketing, 26(7), pp. 535-550.

[11] Prayag, G., Hosany, S., Muskat, B., & Del Chiappa, G. (2015). Understanding the Relationships between Tourists' Emotional Experiences, Perceived Overall Image, Satisfaction, and Intention to Recommend. Journal of Travel Research, 23, pp. 1-14.

[12] Lazarus, R. S. (1982). Thoughts on the relations between emotion and cognition. American psychologist, 37(9), pp. 1019-1024.

[13] Lazarus, R. S. (1984). On the primacy of cognition. American Psychologist, 39(2), pp. 124-129

[14] Lazarus, R.S. (1991). Emotion and Adaptation. New York: Oxford University Press.

[15] Zajonc, R. B. (1980). Feeling and Thinking: Preferences Need No Inferences American Psychologist, 35, pp. 151-75.

[16] Zajonc, R. B. (1984). On the primacy of affect. American Psychologist, 39(2), pp. 117-123.

[17] Frijda, N.H. (1986). The Emotions. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

[18] Izard, C. E. (1990). Emotion-Cognition Relationships and Human Development en C. E. Izard, J. Kagan y R. B. Zajonc [eds.]: Emotions, Cognition and Behavior, pp. 17-37. Cambridge: Cambridge University Press.

[19] Bagozzi, R.P., Gopinath, M. y Nyer, P.U. (1999). The Role of Emotions in Marketing, Journal of the Academy of Marketing Science, 27(2), pp. 184-206.

[20] Johnson, A. R. y Stewart, D. W. (2005). A reappraisal of the role of emotion in consumer behavior. Review of marketing research, 1, pp. 3-33.

[21] Gardner, M. P. (1985). Mood states and consumer behavior: A critical review. Journal of consumer research, 12(3), pp. 281-300.

[22] Barone, M.J., Miniard, P.W. y Romeo, J.B. (2000). The influence of positive mood on brand extension evaluations. Journal of consumer Research, 26(4), pp. 386-400.

[23] Leon, I., & Hernandez, J. A. (1998). Testing the role of attribution and appraisal in predicting own and other's emotions. Cognition & Emotion, 12(1), pp. 27-44.

[24] Cacioppo, J. T., & Gardner, W. L. (1999). Emotion. Annual review of psychology, 50(1), pp. 191-214.

[25] Bigné, J. E., & Andreu, L. (2004). Modelo cognitivo-afectivo de la satisfacción en servicios de ocio y turismo. Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa, (21), pp. 89-120.

[26] Bui, M., & Kemp, E. (2013). E-tail emotion regulation: examining online hedonic product purchases. International Journal of Retail & Distribution Management, 41(2), pp. 155-170.

[27] Sherman, E., Mathur, A., & Smith, R. B. (1997). Store environment and consumer purchase behavior: mediating role of consumer emotions. Psychology and Marketing, 14(4), pp. 361-378.

[28] Izard, C. E. (1993). Four Systems for Emotion Activation: Cognitive and Non-cognitive Processes Psychological Review, 100, pp. 68-90.

[29] Kleinginna, P. R. y Kleinginna, A.M. (1981). A Categorized List of Emotion Definitions, with Suggestions for a Consensual Definition Motivation and Emotion, 5, pp. 345-379.

[30] Simó, L. A. (2002). Análisis de la satisfacción en la experiencia del consumidor: una aplicación en empresas de servicios de ocio y de turismo. Investigaciones europeas de dirección y economía de la empresa, 8(3), pp. 199-214.

[31] Li, M., Dong, Z. Y. y Chen, X. (2012). Factors influencing consumption experience of mobile commerce. Internet Research, 22(2), pp. 120-141.

[32] Mehrabian, A. y Russell, J. A. (1974). An approach to environmental psychology. Cambridge, MA: MIT Press.

[33] Mano, H. y Oliver, R. L. (1993). Assessing the dimensionality and structure of the consumption experience: Evaluation, feeling and satisfaction. Journal of Consumer Research, 20(3), pp. 451–466.

[34] Mattila, A. S. y Wirtz, J. (2000). The role of preconsumption affect in postpurchase evaluation of services. Psychology and Marketing, 17(7), pp. 587–605.

[35] Mathwick, C., Malhotra, N. y Rigdon, E. (2001). Experiential value: conceptualization, measurement and application in the catalog and Internet shopping environment☆. Journal of retailing, 77(1), pp. 39-56.

[36] Lu, H. P. y Yu-Jen Su, P. (2009). Factors affecting purchase intention on mobile shopping web sites. Internet Research, 19(4), pp. 442-458.

[37] Ballantine, P.W. y Fortin, D.R. (2009). The effects of interactivity and product information on consumers' emotional responses to an online retail setting. International Journal of Internet Marketing and Advertising, 5(4), pp. 260-271.

[38] Burke, R. R. (2002). Technology and the customer interface: what consumers want in the physical and virtual store. Journal of the academy of Marketing Science, 30(4), pp. 411-432.

[39] Lee, T. (2005). The impact of perceptions of interactivity on customer trust and transaction intentions in mobile commerce. Journal of Electronic Commerce Research, 6(3), pp. 165-180.

[40] Diamantopoulos, A., Riefler, P., & Roth, K. P. (2008). Advancing formative measurement models. Journal of business research, 61(12), pp. 1203-1218.

[41] Parveen, F., Parveen, F., Jaafar, N. I., Jaafar, N. I., Ainin, S., & Ainin, S. (2016). Social media's impact on organizational performance and entrepreneurial orientation in organizations. Management Decision, 54(9), pp. 2208-2234.

[42] Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. Journal of the academy of marketing science, 16(1), pp. 74-94.

[43] Hair JF, Hult GTM, Ringle C, Sarstedt M. (2014). A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM): Sage Publications.

[44] Falk, R. F., & Miller, N. B. (1992). A primer for soft modeling. University of Akron Press.

[45] Wong, K. K. K. (2013). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) techniques using SmartPLS. Marketing Bulletin, 24(1), pp. 1-32.

[46] Cohen, J. (1988). Statistical analysis for the behavioral sciences. Hillsdale: Lawrance Erlbaum.

JUSTICIA RESTAURATIVA COMO CIENCIA PENAL, ENCAMINADA A MEJORAR NUESTRO DERECHO PENAL

Virginia Domingo de la Fuente
Coordinadora del Servicio de Justicia Restaurativa de Castilla y León
Profesora de la Universidad Internacional de la Rioja

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 crean que Justicia Restaurativa es tan solo mediación penal El propósito de este artículo es mostrar esta Justicia Restaurativa, no solo como una teoría más sobre justicia sino como una ciencia penal, encaminada a mejorar el derecho penal y no tanto a sustituirlo. Por eso, comenzaré por intentar conceptualizar esta justicia, ver qué es y qué no es para después observar en qué medida puede ser compatible con la actual justicia llamada retributiva. Mi conclusión al respecto será que la Justicia Restaurativa puede servir de cauce para mejorar el sistema penal, dotarlo de mayor humanidad y conseguir así cumplir los principios constitucionales de reinserción de los infractores y de mejor atención a las necesidades del ciudadano en este caso: víctimas.

Palabras clave: justicia restaurativa, ciencia penal, derecho penal, justicia retributiva, reparación del daño, víctimas, infractores

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. Conceptualización y definiciones

El concepto de justicia restaurativa es complicado de establecer por cuanto su puesta en la práctica depende de cada lugar y de cómo es su forma de entenderla.

Es decir, no podemos exportar un modelo puro sino que deberíamos adaptarlo a las características del lugar donde la vamos a poner en práctica y sobre todo tener en cuenta, que cada caso será diferente a otro y por eso, habrá que estar a cada uno de ellos, para valorar cual será el proceso restaurativo más eficaz y sanador para víctimas e infractor. Según Howard Zehr, [1[1]] es un proceso que involucra en la medida de lo posible a los afectados por el delito y así colectivamente identificar y abordar los daños, las necesidades y las obligaciones con el fin de curar y hacer las cosas bien.

La directiva[2] 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 define esta Justicia 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". Un concepto de justicia restaurativa que adolece de errores y sobre todo que parece no definir de forma acertada la amplitud de la Justicia Restaurativa. Por un lado , parece referirse solo a mediación penal, ya que habla de un proceso entre víctima e infractor, lo lógico hubiera sido incluir a la comunidad, para así dar cabida a otras herramientas, que son más restaurativas porque dan participación a otros indirectamente afectados por el delito. Pero además, llama la atención que no hable de la reparación del daño a la víctima o ni tan siquiera de la mejor atención a sus necesidades, tan solo a los "problemas resultantes de la infracción penal" algo muy neutral y poco concreto sobre todo, para referirnos al ámbito penal. Parece una definición diseñada para la mediación penal y solamente para delitos menos graves (de ahí que se evite hablar de delito) y cómo método alternativo al juicio. Es por esto, que esta definición se antoja un poco limitada a una vertiente de la justicia restaurativa y a unos pocos de los muchos beneficios que puede conllevar. Es la visión más común de esta Justicia que vemos en los medios de comunicación y que es sesgada, limitada y poco ajustada a la verdadera realidad.

---

1 Zehr, Howard (1990) "Changing lenses: a new focus for crime and victim". Herald Press.

2 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

Son las Naciones Unidas, las que definen la Justicia Restaurativa en una perspectiva amplia, como "una respuesta evolucionada al crimen que respeta la dignidad de cada persona, construye comprensión y promueve armonía social a través de la sanación de las víctimas, infractores y comunidad". Confiere a esta justicia un carácter de filosofía, o teoría jurídico-filosófica con una serie de valores que la refuerzan: Sensibilidad, apertura, confianza, esperanza, empatía, responsabilidad, respeto, humanidad y sanación, entre otros. Esta definición incluye los actores básicos, la comunidad, el infractor y víctima. Una definición interesante y muy acertada porque lo hace en sentido amplio como filosofía o teoría de justicia y no solo atendiendo a una forma de aplicarla como puede ser los procesos restaurativos de mediación penal, círculos o conferencias restaurativas. 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 ¿cómo?

Básicamente, considerando cada caso, no como un mero expediente sino pensando que detrás hay personas que sufren y necesitan apoyo y atención: las víctimas, de la misma forma fomentando la responsabilización de los infractores y un castigo constructivo que los ayude a no reincidir. Y una forma concreta de hacer justicia restaurativa son los encuentros víctima, infractor y/o comunidad. Estas dos definiciones nos llevan a considerar la Justicia Restaurativa desde distintos puntos de vista como filosofía o teoría de justicia, 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. Pero en muchas ocasiones, algunos asocian justicia restaurativa solo con herramientas o metodologías y de ahí que muchos, cuando hablan de justicia restaurativa solo piensen en mediación penal. Justicia Restaurativa como filosofía o teoría jurídico-filosófica, 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 práctica 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…

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.

1.2. ¿Qué es y no es Justicia Restaurativa?

Continuando con la aproximación a la Justicia Restaurativa, es importante entender qué es realmente esta justicia y para ello, después de establecer una definición se hace importante, partiendo de las premisas de Howard Zehr, [1] considerado el "abuelo" de la Justicia Restaurativa, establecer qué no es esta Justicia:

Justicia Restaurativa no es sobre la reconciliación ni el perdón.

Justicia Restaurativa no es mediación. Como en la mediación muchos programas restaurativos se basan en la posibilidad del encuentro entre víctima, infractor y/o comunidad. No obstante, los encuentros, no siempre son idóneos.

Se puede actuar de forma restaurativa, aun cuando el infractor, por ejemplo no es conocido o no quiere participar. Por eso, limitar la Justicia Restaurativa a los encuentros significa limitar su aplicación y eficacia. También hay que buscar fórmulas no ideales y también restaurativas ¿qué ocurre si el infractor no está identificado? ¿Si no quiere reparar el daño o asumir su responsabilidad? ¿Y en cambio la víctima si desea o necesita de la justicia restaurativa, para empezar su camino hacia la curación? .Negarla esta posibilidad, sería no entender que esta justicia es precisamente mucho más que simples encuentros víctima e infractor. De la misma manera, puede ocurrir que la víctima no necesite nada para ser reparada, no quiera participar en el proceso o simplemente sea un delito de peligro, sin víctima concreta. Negar a los infractores su voluntad de querer hacer las cosas bien, es limitar la posibilidad de su responsabilización y su mejor reinserción. Lo ideal son encuentros restaurativos víctima-infractor, sin embargo a veces no es posible, o aconsejable o por ejemplo, quizá el infractor no está identificado o bien como he dicho, la víctima no es una persona concreta... ¿entonces no podríamos hablar de justicia restaurativa? Por supuesto, que si puede existir la justicia restaurativa, por eso la definición de esta justicia, como respuesta evolucionada al crimen, permite abordar el delito de una manera global, abierta pero adaptada a cada uno de los casos concretos. Existen y deben buscarse diferentes herramientas y procesos restaurativos adaptados a cada caso y a cada circunstancia, que aunque no sea el encuentro ideal víctima, infractor y/o comunidad, si será restaurativa en mayor o menor medida y si cumplirá con las expectativas de la víctima (de sentirse escuchada, digna de respeto y consideración) y del infractor (de concienciarse, a través de su encuentro con víctimas de que sus delitos sí, causan daños a otros seres humanos, generando así empatía en ellos y un paso importante para su reinserción)

Justicia Restaurativa no está diseñada como objetivo principal para reducir la reincidencia. Ésta no es la razón de la justicia restaurativa, lo cual no implica que pueda ser y de hecho así lo es, una consecuencia de esta justicia. La razón de la Justicia Restaurativa es hacer lo correcto.

Justicia Restaurativa no es un programa en particular o una herramienta. Hay multitud de herramientas o programas específicos pero no se puede hablar de modelo puro o ideal, puesto que la justicia restaurativa, debe adaptarse a cada país, cada región y sus circunstancias, tradiciones y cultura.

La Justicia Restaurativa no está hecha exclusivamente para delitos leves e infractores no reincidentes

Justicia Restaurativa no es la panacea ni está destinada a reemplazar al sistema penal, por eso, esta justicia restaurativa no es necesariamente lo opuesto a la Justicia Retributiva puesto que ambas tienen los mismos objetivos, lo que las diferencia es cómo conseguir estos objetivos.

En base a lo comentado podríamos concebir esta Justicia Restaurativa:

Una nueva corriente filosófica del derecho penal, estaríamos viendo a esta justicia como una forma de pensamiento seguida por varias personas y que sirve para explicar el derecho penal desde una perspectiva clara y concreta. Hay varias teorías acerca del derecho penal que han ido surgiendo a lo largo de la historia, algunas son

más cercanas a los postulados de la justicia restaurativa y otras más contrarias. Efectivamente podríamos llegar a considerar en base a todo lo expuesto hasta ahora que la Justicia Restaurativa es una corriente filosófica o teoría jurídico filosófica que trata de explicar el derecho penal, desde un punto de vista más humano. Aunque quizá se queda algo corta esta idea dada la complejidad, amplitud y espíritu de esta justicia.

En este mismo sentido, podría considerarse un nuevo enfoque doctrinal, según el diccionario doctrina es el conjunto de enseñanzas que se basa en un sistema de creencias. Se trata de los principios existentes sobre una materia determinada, por lo general con pretensión de validez universal. En este caso la Justicia Restaurativa se construye efectivamente a través de unos valores y principios que dan consistencia a los postulados de esta justicia.

Pero en ambos casos, parece que aunque pueda considerarse como enfoque doctrinal o corriente filosófica, no es descabellado pensar en esta Justicia como una nueva ciencia penal, dada la configuración, el contenido y los principios básicos en que se inspira.

2. JUSTICIA RESTAURATIVA COMO CIENCIA PENAL

Para apoyar la tesis de que la Justicia Restaurativa podría configurarse como una ciencia penal, habría primero que acudir al concepto de ciencias penales y éstas se pueden definir como el conjunto de conocimientos relativos al delito, delincuente, pena o sanción y a los demás medios de defensa contra la criminalidad. En este conjunto el Derecho Penal es una de esas ciencias que estudia el problema del delito, desde un ángulo puramente jurídico, las demás disciplinas lo hacen desde diversos puntos de vista, lo cual no es descabellado puesto que el delito también es un fenómeno social, comunitario y natural.

Son mucha las clasificaciones que se hacen de las ciencias penales, Luis Jiménez de Asúa[2] nos habla de una Enciclopedia de las Ciencias Penales, pero no concediéndole mucha importancia pasa a darnos una clasificación de las ciencias penales, que las divide en seis principales con subdivisiones, de acuerdo al siguiente cuadro:

A) Criminología:

B) Criminalística

C) Derecho Penal

D) Derecho Procesal Penal

E) Derecho Penitenciario

F) Ciencias auxiliares

De esta forma, no es imposible, entender la Justicia Restaurativa como una ciencia que estudio el delito desde un punto de vista jurídico, como el derecho penal pero también desde un punto de vista social, comunitario y natural.

Sería una ciencia penal que se nutre de ciertos aspectos, principios y valores de otras ciencias pero que por sí sola tiene entidad suficiente para ser considerada como ciencia penal independiente o autónoma. Cuenta con los requisitos necesarios para ser considerada como tal.

Primero, cuenta con una metodología científica depurada y es que tiene una serie de metodologías bien definidas, las más conocidas son mediación víctima-infractor, conferencias y círculos, pero además hay algunas otras que nos van a ser útiles

para poder adaptarse a cada caso concreto, servirá para gestionar el delito de forma individualizada

Tiene un paradigma transicional bien definido que es "humanizar la justicia penal" es decir aporta un serie de conocimientos multidisciplinares que de forma complementaria servirán para dotar de mayor humanidad el actual derecho penal, y a la vez, cuenta con entidad suficiente para en determinadas circunstancias ser una alternativa al derecho penal.

Precisamente es lo interesante de la Justicia Restaurativa como ciencia penal que su visión acerca del delito, el delincuente y la víctima es multidisciplinar y tiene en cuenta sobre todo los seres humanos, que hay detrás del crimen y las circunstancias que los rodean.

Y por último cuenta una "teoría jurídica filosófica". Todas las teorías acerca de la justicia 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 Zehr, [1] 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 Kuhn [3] [3]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. 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, por un lado 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.

Por otro lado, la víctima podrá conocer de propia "voz del infractor" el porqué del delito, esto la ayudará a obtener respuestas, ver el ser humano que existe tras el crimen y así superar el trauma del delito. Además, con los procesos restaurativos más inclusivos como las conferencias o los círculos este desarrollo de la empatía también va a beneficiar a la comunidad: amigos, familiares, vecinos…y es que como decía Gandhi "las tres cuartas partes de las miserias y malos entendidos en el mundo terminarían si las personas se pusieran en los zapatos de sus adversarios y entendieran su punto de vista", lo cual significa que si pudiéramos lograr esto, podríamos tener menos personas cometiendo delitos, vecinos más humanos y en general sociedades más pacíficas, lo que al fin y al cabo favorece a todos, y es el objetivo último de todos los sistemas de justicia.

Lo que está claro es que el desarrollo de esta empatía puede llegar a surgir, a través de un proceso restaurativo, ya que estos se basan en el diálogo y la comunicación, mientras que con el sistema de justicia tradicional, esto es casi imposible, por cuanto la víctima, como ya se ha dicho es un mero testigo pasivo de los hechos, no tie-

---

3 Kuhn, Thomas (1962) "La estructura de las revoluciones científicas". Editorial de la Universidad de Chicago

ne posibilidad de decidir y todo es gestionado por profesionales ajenos al hecho delictivo. En este ambiente tan frío lejos de conseguir empatía, las partes desarrollan más sentimientos de hostilidad y venganza. Lógicamente, si queremos adelantar la prevención del delito, lo ideal sería poder inculcar y promover los valores restaurativos en los colegios, para que los niños puedan aprender el valor del diálogo, comunicación no violenta, empatía por sus semejantes y por otros seres vivos, esto ayudará a tener futuros adultos, alejados del delitos. Esto sería extender la justicia restaurativa no solo al estricto plano de la justicia penal, sino en todos los ámbitos de la vida cotidiana: colegios, lugar de trabajo, vecindario....así se evitaría que muchos conflictos llegaran a los tribunales en forma de delito. Para muchos, esto son las prácticas restaurativas, de las que la justicia restaurativa es una categoría, sea cual fuere el nombre se trata de construir un mundo con un enfoque restaurativo donde las personas aprendan a gestionar sus conflictos (delitos y no) de una manera más constructiva. Aun considerada como una ciencia penal, muchos no somos partidarios de la teoría abolicionista es decir sustituir la justicia tradicional por la restaurativa, por el contrario pienso que es importante que actúen como complemento la una de la otra.

2.1. 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 emociones[4]

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 írsenos de la 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 [4] "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. 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

4 Domingo de la Fuente, V "Justicia Restaurativa algo más que mediación" (2012). nº00/2012/2082

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)[5] [5].

---

[5] Braithwaite, J. (2002) Restorative Justice and Responsive Regulation. Oxford, Inglaterra: Oxford University Press, p. 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 "enganchar" 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 victimas, 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.

2.2. ¿Cómo lograr una Justicia Penal con enfoque restaurativo?

Ya se ha establecido que la Justicia Restaurativa 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, o incluso una nueva ciencia 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 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.

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 cado 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.

Por eso, el primer paso es implementar normas con un claro enfoque restaurativo, que se centren en los aspectos básico de mejor atención a la víctima y fomento de la responsabilización del infractor, todo ello teniendo más en cuenta el aspecto emocional del delito, y no solo la dimensión pública del delito. Un ejemplo de estas posibles normas con enfoque restaurativo, es el Estatuto de la víctima, 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? [6]

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 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 fun-

---

6 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

damental, 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 considerarlas agentes activos, 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 servicio 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.

3. CONCLUSIONES

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 mucho más. Para algunos, 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.

Pero es que además, dada la importancia que está adquiriendo y puesto que sus objetivos cumplen a la perfección con los postulados de un estado social y democrático de derecho y con la misión de procurar la mejor atención a las necesidades de los ciudadanos, se puede considerar, como ya se ha visto, como una ciencia penal, precisamente cuenta con todos los requisitos, con metodologías muy variadas, con teorías que fundamentan su existencia y con un objetivo claro, que no es otro, que introducir el aspecto emocional del delito en su gestión, dando cabida a las personas realmente afectadas por él, y no solo al estado y al infractor. Por todo esto, tampoco es descabellado pensar en su posible compatibilidad con el derecho penal existente, pues reiterándome en lo ya no expuesto, tenemos instituciones que en sí mismas, parten de estos postulados restaurativos, tan solo faltaría acomodarlos a esta nueva ciencia penal para lograr una mejor y más satisfactoria justicia penal.

REFERENCIAS

[1] Zehr, H (2007) El pequeño libro de la Justicia Restaurativa, Intercouse PA, Good Books.

[2] Jiménez de Asúa, L (1934) Manual de Derecho penal, 454 p. Reus

[3] Kuhn, T(1962) "La estructura de las revoluciones científicas". Editorial de la Universidad de Chicago

[4] Christie, N. (1977) "Conflicts as Property " *British Journal of Criminology* Vol. (17), pp. 1-15

[5] Braithwaite, J. (2002) "Setting Standards for Restorative Justice ", *British Journal of Criminology* (42) pp. 563-577

[6] Domingo de la Fuente, V (2012) "Gestión del Conflicto Penal". Capítulo sobre justicia restaurativa, pag.151-169. Editorial Astrea

[7] Domingo de la Fuente, V (2012) **"**Entrevista a Howard Zehr". Criminología y Justicia. ISSN-e 2174-1697, nº4, págs. 115-117

DETERMINANTES DE LAS DONACIONES DE LAS ONGDS ESPAÑOLAS

Íñigo García Rodríguez[1,2]
[1]*Universidad de Burgos*
[2]*Universidad Autónoma de Madrid*

RESUMEN

En esta investigación analizamos las características de las Organizaciones No Gubernamentales para el Desarrollo (ONGDs) que determinan su volumen de donaciones monetarias y de tiempo. Después de estudiar las variables más clásicas de este ámbito de estudio (tamaño, edad, eficiencia, captación de fondos, financiación pública, religiosidad y forma legal), incluimos otra serie de factores de reciente aparición en la literatura (endeudamiento, calidad de la auditoría, especialización y ámbitos de actuación –países y sectores-). Los resultados muestran importantes efectos significativos de estos nuevos determinantes, destacando la relación cuadrática del endeudamiento en el caso de las donaciones monetarias. Los resultados también muestran las diferencias entre los determinantes de las donaciones de dinero y de tiempo.

Palabras clave: Donaciones; entidades no lucrativas; determinantes; ONGDs; España.

1. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de los determinantes de las donaciones de las entidades no lucrativas ha ocupado buena parte de la investigación sobre estas organizaciones. Ello ha cobrado especial relevancia durante un momento de escasez de recursos, tal y como ha sido la reciente crisis económica. En concreto, las organizaciones que conforman nuestra muestra, las denominadas Organizaciones No Gubernamentales para el Desarrollo (ONGDs) han visto cómo las ayudas públicas destinadas a la Ayuda Oficial para el Desarrollo (AOD) se han reducido más que considerablemente[1]. Junto a ello, estas entidades también han visto cómo las donaciones individuales (tanto de tiempo como de dinero) han disminuido, dado que los donantes han preferido incrementar sus contribuciones hacia organizaciones que trabajan en el campo de la acción social con la población nacional, en detrimento de las donaciones destinadas a países en vías de desarrollo [1].

Durante años, los investigadores han estudiado qué factores determinan el volumen de donaciones que reciben las entidades no lucrativas (ENL). Tales factores pueden ser tanto de índole personal (características propias del donante) (por ejemplo, [2], [3]) como organizacional (particularidades de las ENL que provocan que la

[1] La AOD en España desde el año 2008 hasta 2014 (como porcentaje de la Renta Nacional Bruta): 0.45%, 0.46%,0.43%, 0.29%, 0,16%, 0,17%, 0,13%.

organización consiga una mayor o menor cantidad de donaciones) (entre otros, [4], [5], [6]). En este trabajo nos centramos en estas últimas, es decir, las características de las entidades que permiten atraer un mayor o menor volumen de donaciones. Además, el término donación lo analizamos en un sentido amplio, considerando tanto las donaciones monetarias como las donaciones de tiempo (voluntarios). De esta manera, al analizar por separado los determinantes de las donaciones de dinero y de tiempo, los profesionales del sector pueden hacer frente a las necesidades de su organización.

Ante esta realidad, el objetivo del trabajo es analizar los factores que determinan el volumen de donaciones de dinero y de tiempo de las ONGDs españolas, incluyendo algunos que no han sido previamente considerados para estas organizaciones. En este sentido, no hay que olvidar la gran dependencia que este concreto subsector del ámbito no lucrativo tiene de las donaciones [7]. Además, la escasez de recursos que ha supuesto la crisis para estas organizaciones ha provocado una mayor competencia por los mismos, cobrando especial importancia el análisis de los determinantes que provocan una mayor atracción de tales recursos.

Como ya hemos indicado, en esta investigación analizamos los determinantes de las donaciones a nivel de cada entidad, es decir, qué factores propios de la organización, controlados por ella, afectan al hecho de recibir una mayor o menos de donaciones, tanto de tiempo como de dinero. De esta manera, estudiamos el efecto de los factores más tradicionales en la literatura ([4], [5], [6], [8]) como son el tamaño, la edad, la forma legal, la religiosidad, la eficiencia, la captación de fondos y la financiación pública. Junto a ellos, en el análisis también incluimos otros factores más novedosos, como son la deuda de la ONGD, la calidad de su auditoría, la proporción de la estructura de la organización destinada a cooperación (frente a otras áreas de actividad) y el número de países y sectores en los que interviene la organización.

Empleando un modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), los resultados que obtenemos muestran en primer lugar las diferencias existentes entre los factores determinantes de las donaciones monetarias y los del número de voluntarios, consiguiendo además una mayor capacidad explicativa en el primero de los casos. De esta manera, destaca también la significatividad tanto de la proporción de la estructura de la entidad dedicada a la cooperación internacional como del endeudamiento de la organización (a través de una relación cuadrática).

El resto del trabajo se articula con la siguiente estructura: Comenzamos con una revisión de la literatura sobre los determinantes de las donaciones en las ENL para después explicar la muestra, las variables y la metodología que empleamos. A continuación, presentamos y discutimos los resultados que obtenemos y finalizamos exponiendo las principales conclusiones derivadas de este estudio.

2. DETERMINANTES DE DONACIONES DE LAS ENL

La búsqueda de los factores que determinan el volumen de donaciones que reciben una ENL ha centrado la preocupación de buena parte de la literatura previa sobre finanzas de organizaciones del tercer sector. Sin embargo, los resultados no son concluyentes, requiriéndose una mayor profundización en el estudio de dichos factores. Como ya hemos señalado, en esta investigación nos centramos únicamente en las características de las organizaciones que afectan a las donaciones, sin entrar a analizar las características personales de los donantes que también inciden sobre

Un primer grupo de estudios ([4], [5], [6], [8]) considera un conjunto de variables que ya podríamos denominar como "clásicas", como son los gastos de captación de fondos (*fundraising*), la edad, el tamaño, la religiosidad, la eficiencia, y los ingresos públicos.

La literatura previa considera que los mayores gastos en captación de fondos derivan en un mayor volumen de donaciones, puesto que facilita la transmisión de información hacia potenciales donantes ([2], [9], [10], [11]). No obstante, como apuntan [12], la eficiencia de la captación de fondos se reduce según va aumentando su volumen (cada euro adicional gastado en captación genera un volumen de donaciones cada vez menor). En este sentido, las ENL no llegan a maximizar el volumen de donaciones (lo que supondría incrementar el *fundraising* hasta que se igualase la cantidad marginal de donaciones obtenida con el correspondiente incremento del gasto de captación de fondos, es decir, hasta que 1 euro de *fundraising* consiguiera aumentar únicamente 1 euro las donaciones privadas), sino que establecen a priori ratios de eficiencia de la captación de fondos [12].

Igualmente, un mayor tamaño y edad de la organización deriva en una mayor visibilidad de la misma y, con ello, en una mayor facilidad para ver aumentadas las contribuciones que recibe. Ello también se explica debido a que ambas variables son consideradas como proxies de la reputación, la calidad y la experiencia ([4], [6], [11]), con lo que, a priori, los donantes sentirán una mayor seguridad al donar su dinero o su tiempo a las entidades más grandes y antiguas.

La religiosidad y la forma legal también pueden tener influencia en las preferencias del donante para elegir la entidad a la que entrega su tiempo o su dinero ([4], [11], [13]). En este sentido, tienen incidencia razones ideológicas del donante, así como la importancia que dé a la forma de organizarse de la entidad y el grupo que la controle. En este sentido, tampoco podemos obviar cómo el órgano de gobierno de las ENL varía sustancialmente en función de estas características [14], lo cual puede ser también tomado en consideración por los donantes.

Respecto a la eficiencia, los estudios previos apuntan a que los donantes destinan una mayor cantidad de recursos a las entidades más eficientes ([5], [6], [11], [15]). De hecho, la literatura muestra cómo los donantes se muestran especialmente preocupados por este tipo de ratios, tratando siempre de conseguir que sus aportaciones tengan como destino programas que conforman la misión de la organización [16].

Por último, el efecto de los ingresos públicos sobre el volumen de donaciones privadas ha sido objeto de un intenso debate entre los defensores del *crowding out* (efecto negativo), del *crowding in* (efecto positivo), del efecto nulo entre ellos (los ingresos públicos no influyen en el volumen de donaciones de la ENL) o de la relación cuadrática (*crowding in* hasta cierto nivel y a partir de ese punto *crowding out*) (entre otros, [12], [17]). Como recientemente sintetizan los trabajos de [18] y [19], existe una gran diversidad empírica. En concreto, el metanálisis de 60 investigaciones de [18] encuentra que la financiación pública apenas tiene relación con el volumen de donaciones privadas. Sin embargo, no podemos obviar que para el caso concreto de las ONGDs españolas, los resultados de la investigación de [20] muestran un claro efecto *crowding out* durante el periodo 2006-2011.

Junto a estas variables más tradicionales en los estudios previos, en los últimos años han ido incorporándose también otra serie de factores que pueden ayudar a explicar el volumen de donaciones que reciben las organizaciones, así como caracte-

rísticas particulares del subsector analizado relacionadas con la especialización de la organización.

En primer lugar, la deuda que tiene la organización puede también tener influencia en el comportamiento del donante. Únicamente [21] han considerado este elemento como determinante de las donaciones, encontrando efectos significativos en dicha relación. Estos autores aportan argumentos que justifican tanto como un impacto positivo como negativo. Así, una mayor deuda permite el crecimiento y expansión de las actividades de la organización en el momento actual, con lo que las donaciones podrían incrementarse debido a esa mayor visibilidad de la entidad. Por el contrario, el mayor endeudamiento de la organización puede provocar una redistribución de los gastos, disminuyendo los destinados a captación de fondos y consiguientemente reduciéndose el volumen de donaciones. Igualmente, los donantes pueden no donar a una organización endeudada al preferir financiar entidades que vayan a destinar sus aportaciones a programas en vez de a pagar los intereses derivados de la deuda y a devolverla, o al intuir que un elevado endeudamiento puede llegar a provocar la insolvencia y la desaparición de la organización.

Dado el incremento de la transparencia que está experimentando el sector no lucrativo, cobran importancia algunas variables relacionadas con este aspecto para reducir las asimetrías informativas [22]. Además, la transparencia es especialmente relevante en sectores con una elevada dependencia de donaciones [23]. En concreto, la publicación a las cuentas anuales de la organización es uno de los elementos más estudiados en materia de transparencia ([11], [22], [24], [25]). Paralelamente, la elaboración de la auditoría de cuentas por una de las grandes compañías del sector es considerado como señal de calidad ([26], [27]). De esta manera, la auditoría realizada por alguna de las grandes empresas del sector puede ser visto por los donantes como un signo de calidad que genere confianza y, por consiguiente, consiga incrementar el volumen de donaciones de la organización.

Por último, otras variables de importancia están relacionadas con el grado de especialización y la actividad desarrollada por la organización. En concreto, una variable de interés es el porcentaje de la estructura de la organización que está dedicado a distintos subsectores, puesto que refleja la especialización de la ENL en esa actividad. Igualmente, dentro del subsector concreto que analizamos en esta investigación, la cooperación internacional para el desarrollo, cobra importancia tanto el número de países como el número de sectores de actuación en los que la organización lleva a cabo su labor. En este sentido, [28] introducen el estudio de ambas variables, pronosticando que aquellas entidades más especializadas en términos de sectores y países (con una actuación en un menor número de sectores y países) reciben una mayor cantidad de donaciones. Sin embargo, sus resultados muestran un efecto significativo positivo entre el número de países y el volumen de donaciones y la no relación entre el número de sectores y las donaciones.

3. MUESTRA, VARIABLES Y METODOLOGÍA

La muestra analizada la conforman las Organizaciones No Gubernamentales para el Desarrollo (ONGDs) españolas que forman parte de la Coordinadora de ONGDs Española (CONGDE), de las que hemos tenido acceso tanto a sus cuentas anuales como a sus datos de ingresos y gastos en el informe anual elaborado por la CONGDE. Igualmente, hemos incluido en la muestra aquellas organizaciones que

tuvieran donaciones privadas en 2013. Con estos criterios de selección, la muestra se compone de 47 ONGDs españolas que, en conjunto, obtuvieron un total de casi 160 millones de euros de donaciones privadas en el año 2013.

Como fuente de información hemos empleado tanto las cuentas anuales de las ONGDs (accesibles a través de la propia página web) para la información relativa al activo, deuda y auditoría de cuentas, como los informes anuales del sector elaborados por la CONGDE, los cuales recogen información sobre el origen de los ingresos y el destino de los gastos, así como el número de voluntarios, el porcentaje de la estructura de la organización dedicada a cooperación, y el número de países y sectores en los que interviene la entidad. Igualmente, hemos acudido a la propia página web de cada organización para obtener algunas variables relativas a características generales de la ONGD (edad, forma legal, religiosidad). Así, al igual que en el estudio de [30] hemos combinado información de las cuentas anuales con la relativa a ingresos y gastos de acuerdo a criterios finalistas y no puramente contables.

En la Tabla 1 se incluyen y definen todas las variables analizadas en este estudio. Como ya hemos indicado previamente, la variable dependiente de nuestro estudio es el volumen de donaciones, considerando éstas en una doble vertiente, donaciones monetarias y donaciones de tiempo. Para las donaciones de dinero hemos considerado el logaritmo neperiano la suma de las donaciones periódicas, puntuales y apadrinamientos (DONAC) de las organizaciones obtenidas en cooperación al desarrollo. Por su parte, para las donaciones de tiempo hemos tomado el logaritmo neperiano del número de voluntarios dedicados a cooperación de cada entidad (VOLUNT).

En cuanto a las variables independientes, incluimos en primer lugar las más habituales en este tipo de estudios. Así, consideramos características generales de las organizaciones, como son la forma legal (LEGAL, dummy que toma el valor "1" si son fundaciones y "0" en caso contrario) y la religiosidad (REL, dummy que toma "1" si son religiosas y "0" en el caso de que no lo sean). Igualmente, incluimos el logaritmo neperiano de la edad (EDAD), medida por los años transcurridos desde el origen legal de la ONGD, y el tamaño de la misma, a través del logaritmo neperiano del total de activos (ACTIVOS).

Respecto a la distribución de los gastos, incluimos el logaritmo de la cantidad destinada a captación de fondos (FUNDR) y la eficiencia de la entidad medida por el cociente entre gastos totales y gastos en programas (EFI), por lo que cuanto mayor sea el valor de esta variable, menor es la proporción de gasto destinada a los programas de cooperación que conforman la misión de la organización. También estudiamos la financiación pública, considerando la proporción que representan los ingresos provenientes de las administraciones públicas respecto al total de ingresos (PUB).

A continuación, consideramos otra serie de variables cuya aparición en la literatura ha sido más reciente. Para valorar el efecto del endeudamiento, introducimos la ratio de deuda respecto al activo total, así como el cuadrado de dicha variable (DEU_ACT y DEU_ACT_SQ respectivamente). Para estudiar la calidad de la auditoría de cuentas, consideramos la variable dummy AUD_B4, que toma el valor "1" si la ONGD ha sido auditada por una de las cuatro grandes auditoras (PwC, Deloitte, KPMG y EY) y "0" en el caso contrario. Respecto a la especialización de la ONGD, también incorporamos el porcentaje de la estructura de la organización dedicada a la cooperación al desarrollo (frente a otras áreas, como acción social, medioambiente, derechos humanos, etc.) a través de la variable COOP. Por último, siguiendo a [28],

introducimos el número de países y sectores en los que la ONGD tiene presencia (PAISES y SECT respectivamente).

Tabla 1. Definición de variables.

Variables dependientes	
DONAC	Logaritmo neperiano de la suma: donaciones periódicas, puntuales y apadrinamientos
VOLUNT	Logaritmo neperiano del número de voluntarios dedicados a cooperación
Variables independientes	
LEGAL	Forma legal de la ONGD: "1" si son fundaciones y "0" en otro caso
REL	Religiosidad: "1" si son religiosas y "0" si no lo son
EDAD	Logaritmo neperiano de la edad de la ONGD
ACTIVOS	Logaritmo neperiano del total de activos de la ONGD
FUNDR	Logaritmo neperiano de la cantidad destinada a captación de fondos
EFI	Eficiencia de la ONGD: Cociente entre gastos totales y gastos en programas
PUB	Proporción de ingresos públicos respecto al total de ingresos
DEU_ACT	Ratio de deuda respecto al activo total
DEU_ACT_SQ	Ratio de deuda respecto al activo total, al cuadrado
AUD_B4	Calidad de auditoría: "1" si la ONGD ha sido auditada por una de las cuatro grandes auditoras (PwC, Deloitte, KPMG y EY) y "0" en otro caso
COOP	Porcentaje de la estructura de la organización dedicada a la cooperación internacional para el desarrollo
PAISES	Número de países en los que la ONGD tiene presencia
SECT	Número de sectores en los que la ONGD tiene presencia

En cuanto a la metodología, dado el número de años de los que disponemos datos y que la variable dependiente es lineal, empleamos la técnica de los mínimos cuadrados ordinarios. Así, la variable dependiente es medida en el año 2013. Respecto a las independientes, los gastos de captación de fondos los calculamos en el año 2012 (el año precedente), mientras que para el resto de variables de índole económica-financiera las valoramos tanto en 2012 como en 2011 (creando varios modelos). Ello lo podemos justificar con el hecho de que la transparencia no es inmediata, y, de esta manera, una persona que realice su donación en enero de 2013 no podrá analizar las cuentas anuales de la ONGD de 2012 (que son aprobadas a mediados del año siguiente), sino las de 2011.

4. RESULTADOS

En primer lugar, en la Tabla 2 presentamos los estadísticos descriptivos de la muestra. Dado que algunas de las variables independientes empleadas son medidas tanto en el año 2011 como en 2012, en la Tabla 2 únicamente presentamos las correspondientes al año 2011.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las variables.

	Media	**Mediana**	**Desv. Est.**	**Mínimo**	**Máximo**
Variables dependientes					
DONAC	3.400.859,18	229.583,00	8.050.748,51	7.483,48	33.283.571,83
VOLUNT	393,50	80,50	974,08	0,00	5.278,00
Variables independientes					
LEGAL	0,47	0,00	0,504	0,00	1,00
REL	0,40	0,00	0,50	0,00	1,00
EDAD	30,74	23,00	24,36	12	147
ACTIVOS	27.707.774,12	6.108.148,00	104.455.432,36	14.781,65	719.768.000,00
FUNDR	411.666,77	4.500,00	1.055.198,66	0	5.775.076,00
EFI	1,15	1,11	0,32	1,00	2,67
PUB	0,50	0,48	0,33	0,00	0,96
DEU_ACT	0,40	0,25	0,40	0,00	1,15
AUD_B4	0,15	0,00	0,36	0,00	1,00
COOP	0,89	1,00	0,25	0,12	1,00
PAISES	16,17	13,00	16,22	1	96
SECT	7,72	8,00	3,30	1	13

Para mejorar la interpretación descriptiva de los datos, en esta tabla se han expresado en términos reales las variables medidas como logaritmos (DONAC, VOLUNT, EDAD, ACTIVOS, FUNDR)

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la ONGD media recibe más de millones anuales de donaciones y cuenta con casi 400 voluntarios. Sin embargo, es destacable cómo ambas variables muestran elevada dispersión. Algo menos de la mitad de la muestra, 22 de las 47 organizaciones (46,81%), tienen forma de jurídica de fundación, siendo el resto mayoritariamente asociaciones. 19 ONGDs (40,43%) son religiosas, mientras el resto se consideran laicas. En este sentido, comparando nuestros resultados con los del trabajo de [4], se observa que, mientras la religiosidad es similar a la descrita por ellos (40%), la proporción de fundaciones se ha incrementado sustancialmente (del 24% al 47%). La edad media se sitúa en casi 31 años, la cual también ha aumentado respecto a estudios previos, constatando la madurez que está adquiriendo el sector de la cooperación internacional en España. El activo de la organización media se eleva a casi 28 millones de euros, aunque gran parte de la muestra se sitúa por debajo de esa cifra, tal y como demuestra el hecho de que la mediana sea ligeramente superior a 6 millones de euros.

El gasto medio en captación de fondos es de más de 400.000 euros, pese a que existen organizaciones que declaran no haber destinado a este fin ninguna cantidad de su presupuesto. La eficiencia media es de 1,15, con algunas ONGDs que destinan a su misión todos los gastos anuales. La muestra se financia casi por igual con fondos públicos y privados, si bien existen varios casos extremos, con la totalidad de sus ingresos derivados de fuentes privadas o con la financiación proveniente casi en su integridad de subvenciones públicas.

El endeudamiento de las ONGDs de la muestra se sitúa en el 40% respecto al total de activo. De nuevo aparecen casos extremos, habiendo dos organizaciones sin deuda y otras cuatro en situación de insolvencia técnica, con un pasivo superior al activo. Sólo siete de las 47 entidades de la muestra (15%) han sido auditadas por una de las cuatro grandes empresas de esta área. Más de la mitad de las organizaciones de la muestra se dedica exclusivamente a la cooperación internacional (como refleja la media de la variable COOP), situándose la proporción media en el 89%. Por último, las ONGDs tienen presencia, en promedio, en 16 países y realizan intervenciones en 8 sectores de los 28 considerados por la CONGDE.

Después de describir nuestra muestra, a continuación, analizamos las correlaciones bivariadas de Pearson, para poder intuir relaciones entre las variables dependientes e independientes, así como para estudiar si existen problemas de multicolinealidad entre las variables independientes. Al igual que en la tabla anterior, en el caso de las variables medidas dos años, en la Tabla 3 únicamente presentamos las correspondientes al año 2011.

Tabla 3. Matriz de correlaciones bivariadas de Pearson.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. DONAC	-													
2. VOLUNT	0,509**	-												
3. LEGAL	0,214	-0,034	-											
4. REL	0,086	0,113	0,096	-										
5. EDAD	0,304*	0,200	-0,167	0,119	-									
6. ACTIVOS	0,432**	0,324*	0,248	-0,336*	0,171	-								
7. FUNDR	0,586**	0,396**	0,115	-0,122	0,231	0,351*	-							
8. EFI	-0,110	0,004	0,045	0,143	0,209	-0,295	-0,110	-						
9. PUB	-0,359*	-0,191	0,018	-0,382**	-0,269	0,274	-0,233	-0,170	-					
10 .DEU_ACT	0,401**	0,319*	0,201	-0,245	0,036	0,258	0,326*	0,103	0,102	-				
11. AUD_B4	0,380*	0,051	0,206	-0,345*	0,305*	0,296*	0,335*	0,108	0,066	0,321*	-			
12. COOP	0,115	0,067	0,122	-0,146	-0,335*	-0,031	0,080	-0,294	0,062	0,150	-0,074	-		
13. PAISES	0,633**	0,517**	-0,063	0,007	0,396*	0,515**	0,365*	-0,087	-0,124	0,172	0,215	-0,168	-	
14. SECT	0,157	0,273	-0,012	-0,315	-0,060	0,225	0,072	-0,044	-0,034	-0,097	0,292*	-0,055	0,171	-
**, *: Correlación significativa al 99% y al 95% respectivamente														

Como se observa en la Tabla 3, existen varios valores elevados entre las variables dependientes y algunas de las independientes. Respecto a los problemas de multicolinealidad entre las independientes, se observa cómo el mayor problema se da por la correlación entre el tamaño de la organización y el número de países en el que actúa, aspecto que habremos de tener en cuenta a la hora de efectuar los análisis.

Una vez considerados los posibles problemas de multicolinealidad, comenzamos a testar los modelos planteados anteriormente. Como ya hemos señalado, la metodología empleada es la de MCO, con algunas variables independientes medidas en 2011 y 2012, por lo que para cada modelo incluimos dos especificaciones (una para 2011 y otra para 2012). En la Tabla 4 se muestran los resultados de las donaciones monetarias, mientras en la Tabla 5 se encuentran los correspondientes al número de voluntarios. En un primer modelo (Columnas 1 y 2) incluimos las variables más

tradicionales (LEGAL, REL, EDAD, ACTIVOS, FUNDR, EFI y PUB). En un segundo modelo (Columnas 3 y 4), además de las anteriores, consideramos el efecto de la deuda (DEU_ACT y DEU_ACT_SQ), la calidad de la auditoría (AUD_B4) y la especialización en cooperación (COOP). Por último, en las Columnas 5 y 6 añadimos el número de países y sectores (PAISES y SECT), pero suprimiendo el tamaño (ACTIVOS) por los problemas de correlación anteriormente descritos.

Tabla 4. Modelos MCO para estimar el volumen de Donaciones (DONAC)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
	Coef. (E.E.)	**Coef. (E.E.)**	**Coef. (E.E.)**	**Coef. (E.E.)**	**Coef. (E.E.)**	**Coef. (E.E.)**
LEGAL	0,357 (0,565)	0,448 (0,430)	-0,129 (0,490)	0,097 (0,345)	0,461 (0,425)	0,547 (0,387)
REL	0,815 (0,613)	0,128 (0,522)	1,275** (0,527)	0,300 (0,425)	0,828 (0,513)	0,312 (0,498)
EDAD	0,194 (0,598)	-0,013 (0,439)	0,228 (0,528)	0,197 (0,371)	0,231 (0,510)	0,174 (0,456)
ACTIVOS	0,481*** (0,156)	0,688*** (0,131)	0,341** (0,146)	0,601*** (0,110)		
FUNDR	0,132*** (0,048)	0,048 (0,041)	0,075* (0,042)	0,025 (0,035)	0,082* (0,041)	0,089** (0,035)
EFI	-0,238 (0,861)	0,530 (0,352)	-0,456 (0,715)	0,170 (0,280)	-0,731 (0,658)	0,066 (0,327)
PUB	-2,652** (1,042)	-3,784*** (0,906)	-2,032** (0,926)	-3,625*** (0,773)	-1,274 (0,783)	-1,454* (0,769)
DEU_ACT			8,163*** (2,600)	5,246*** (1,592)	7,980*** (2,417)	6,022*** (1,796)
DEU_ACT_SQ			-6,988** (2,601)	-4,159** (1,575)	-6,866*** (2,413)	-5,213*** (1,746)
AUD_B4			1,598** (0,659)	1,049* (0,521)	1,261* (0,665)	1,109* (0,616)
COOP			2,088** (0,889)	2,142** (0,650)	1,957** (0,857)	1,912** (0,737)
PAISES					0,040** (0,015)	0,050*** (0,014)
SECT					0,053 (0,070)	0,039 (0,061)
Constante	7,292** (2,775)	4,551** (2,095)	6,628** (2,845)	2,446 (1,961)	11,061*** (2,307)	9,872*** (1,899)
R^2 ajustado	0,521	0,643	0,706	0,792	0,728	0,731

***, **, *: Coeficientes significativos con un nivel de confianza del 99%, 95% y 90% respectivamente

Tal y como se aprecia en el primer modelo de la Tabla 4 (Columnas 3 y 4), los determinantes que afectan significativamente al volumen de las donaciones monetarias recibidas por las ONGDs son el tamaño, el desembolso en captación de fondos (ambas positivamente) y la proporción de ingresos públicos (negativamente). Así, la organización recibirá más donaciones cuanto más grande sea, más gaste en *fundraising* y menor sea el peso de las subvenciones públicas en su estructura de financiación. En cuanto al segundo modelo (Columnas 3 y 4), destaca cómo se mantiene la significatividad (y el signo) del efecto del tamaño y la proporción de ingresos públicos, pero especialmente la significatividad de las nuevas variables. Así, se verifica una relación cuadrática entre las donaciones y la deuda: El volumen de donaciones aumenta conforme la ONGD se encuentra más endeudada hasta que llega a un nivel a partir del cual los donantes perciben como negativo ese excesivo endeudamiento y comienzan a reducirse las donaciones. Igualmente, también se observa el efecto positivo que tiene el hecho de que la entidad esté auditada por una de las cuatro grandes empresas del sector, así como el dedicar una mayor proporción de su estructura a cooperación en vez de a otros sectores. Por último, en el tercer modelo (Columnas 5 y 6), se aprecia el efecto positivo del mayor número de países en los que interviene la ONGD, manteniéndose los efectos de la deuda, auditoría, especialización en cooperación y captación de fondos.

En cuanto al ajuste global del modelo, podemos apreciar cómo es siempre superior cuando empleamos variables medidas en 2011. En todo caso, cuando incorporamos nuevas variables (Columnas 3 a 6), el valor del R^2 ajustado sobrepasa el 0,7. En estos resultados también es relevante señalar la no significatividad de la eficiencia, variable que además cambia de signo según el modelo se especifique en 2011 o 2012.

Tabla 5. Modelos MCO para estimar el número de Voluntarios (VOLUNT).

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	2011	2012	2011	2012	2011	2012
	Coef. (E.E.)	**Coef. (E.E.)**	**Coef. (E.E.)**	**Coef. (E.E.)**	**Coef. (E.E.)**	**Coef. (E.E.)**
LEGAL	-0,553	-0,979	-0,960	-0,858	-0,122	-0,178
	(0,756)	(0,689)	(0,771)	(0,691)	(0,580)	(0,571)
REL	2,194**	1,905**	2,294***	1,625*	1,968***	2,310***
	(0,821)	(0,836)	(0,830)	(0,851)	(0,700)	(0,736)
EDAD	0,654	-0,270	1,306	0,295	1,323**	0,909
	(0,800)	(0,703)	(0,831)	(0,744)	(0,696)	(0,673)
ACTIVOS	0,389*	0,600***	0,458*	0,756***		
	(0,209)	(0,209)	(0,229)	(0,221)		
FUNDR	0,090	0,096	0,011	0,032	0,028	0,116**
	(0,064)	(0,066)	(0,067)	(0,070)	(0,056)	(0,051)
EFI	0,499	0,849	0,695	0,516	0,369	0,095
	(1,153)	(0,564)	(1,126)	(0,562)	(0,898)	(0,483)
PUB	1,240	0,106	1,023	-1,295	2,013*	1,857
	(1,394)	(1,450)	(1,459)	(1,549)	(1,068)	(1,136)

DEU_ACT			2,059 (4,094)	-2,334 (3,192)	-0,067 (3,297)	-1,617 (2,654)
DEU_ACT_SQ			0,116 (4,095)	4,280 (3,157)	2,424 (3,292)	4,092 (2,581)
AUD_B4			-1,018 (1,038)	-1,149 (1,045)	-1,959* (0,906)	-2,032** (0,911)
COOP			2,482* (1,400)	0,945 (1,304)	2,181** (1,169)	0,927 (1,089)
PAISES					0,061*** (0,020)	0,054** (0,020)
SECT					0,231* (0,095)	0,374*** (0,091)
Constante	-3,310 (3,715)	-4,647 (3,355)	-9,269** (4,479)	-8,570 (3,931)	-4,091 (3,147)	-2,712 (2,807)
R^2 ajustado	0,180	0,258	0,305	0,323	0,516	0,524
***, **, *: Coeficientes significativos con un nivel de confianza del 99%, 95% y 90% respectivamente						

En la Tabla 5 se observan los resultados de las estimaciones cuando la variable dependiente es el número de voluntarios de la ONGD. Al analizar las variables tradicionales (Columnas 1 y 2), obtenemos cómo las entidades más grandes y religiosas son las que consiguen atraer un mayor número de voluntarios. Al introducir nuevas variables (Columnas 3 y 4), en este caso no se obtiene significatividad de la deuda ni de la calidad de la auditoría, manteniéndose los efectos del tamaño y de la religiosidad. Por último, al introducir el número de países y sectores (Columnas 5 y 6) obtenemos un efecto significativo positivo de ambas variables. Sin embargo, sorprendentemente también aparece un efecto negativo de la calidad de la auditoría, lo cual, observando la matriz de correlaciones podría tratarse de una relación espuria.

Al igual que en el caso de las donaciones monetarias, el ajuste global del modelo es siempre superior cuando se consideran las variables independientes en 2012. Sin embargo, más llamativo aún es el gran incremento de este indicador en el tercer modelo (Columnas 5 y 6), sugiriendo la gran importancia explicativa del número de países y sectores.

Observando las Tablas 4 y 5 en conjunto se puede apreciar las diferencias que existen entre los determinantes de las donaciones de dinero y de tiempo. De esta manera, aunque en ambos casos tienen gran influencia el tamaño y el número de países en los que la entidad interviene, hay otros factores que tienen efecto sobre las donaciones de dinero, pero no sobre las de tiempo y viceversa. En este sentido, el desembolso en captación de fondos logra atraer más donaciones monetarias, pero no de tiempo. Igual sucede con la financiación pública, pues su mayor importancia en la estructura de ingresos de la entidad desemboca en una menor cantidad de donaciones de dinero, pero no tiene ningún efecto sobre el número de voluntarios. Por el contrario, la religiosidad de la organización muestra un claro efecto positivo sobre las donaciones de tiempo, pero no así sobre las de dinero. Es especialmente destacable también el efecto del endeudamiento, pues mientras éste no tiene relación sobre el voluntariado de la

ONGD, en el caso de las donaciones monetarias se define una clara relación cuadrática. Quizás el resultado más sorprendente es el referido a la calidad del auditor, pues tiene un efecto positivo sobre las donaciones de dinero, pero negativo sobre las de tiempo, pudiendo existir alguna relación subyacente que permita explicar tal contradicción. Existen también dos características de las organizaciones, su forma legal y su eficiencia, que no muestran capacidad explicativa significativa ni sobre las donaciones monetarias ni sobre las de tiempo.

Por último, al igual que en el trabajo de [4], obtenemos que el R^2 ajustado es notablemente superior en el modelo que explica el volumen de donaciones monetarias que en el que se analiza el número de voluntarios de la organización, si bien, como ya hemos comentado, este último se eleva considerablemente gracias a la inclusión de las variables del ámbito de actuación de la ONGD.

5. CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

En esta investigación hemos analizado los factores organizacionales que determinan el volumen de donaciones, tanto de tiempo como de dinero, de las ONGDs españolas. Sobre una muestra de 47 organizaciones, nuestros resultados apuntan a la existencia de diferentes determinantes entre las donaciones de tiempo y de dinero. Así, las donaciones monetarias están principalmente determinadas por el tamaño, el *fundraising*, el endeudamiento, la calidad de la auditoría, la especialización en cooperación internacional y el número de países de actuación. Por su parte, el número de voluntarios depende de la religiosidad de la organización, el tamaño y el número de países y sectores en los que tiene presencia la ONGD. Igualmente, es destacable cómo las características de la entidad consiguen explicar en mejor medida las donaciones de dinero, si bien hemos constatado cómo en el caso de los voluntarios, al introducir el número de países y sectores se eleva considerablemente el ajuste global del modelo. Como hemos indicado, los resultados también apuntan a que los factores que determinan el número de voluntarios y de donaciones monetarias son diferentes, por lo que las organizaciones han de tener en cuenta sus necesidades y preferencias para intentar aumentar unos u otros.

Entre los resultados obtenidos destacamos el efecto de la deuda. En esta investigación la hemos analizado a través de la ratio de endeudamiento, en vez de en términos absolutos [23]. Como hemos indicado en la revisión de la literatura, el efecto positivo de la deuda puede justificarse con la mayor expansión de las actividades de la entidad que dichos recursos adicionales pueden permitir. Sin embargo, al introducir el efecto cuadrático, observamos que ese efecto positivo se ve limitado a partir de cierto nivel de endeudamiento por las consecuencias negativas que lleva aparejadas una elevada ratio de deuda (gastos financieros y riesgo de insolvencia de la entidad). Igualmente, es reseñable el fuerte impacto negativo que tiene la mayor financiación pública (también expresada en términos porcentuales sobre el total de ingresos) en el volumen de donaciones. La metodología empleada no es la adecuada para asegurar la existencia de *crowding out*, pero, cuanto menos, este resultado parece reafirmar los resultados obtenidos por investigaciones previas [22]. Por último, en este ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo parece importante el ámbito de actuación de las organizaciones, tanto en términos de sectores (para el número de voluntarios) como de países (para voluntarios y dinero) en los que interviene. Así, los donantes son conscientes de la actuación de la ONGD para realizar sus aportaciones.

Estos resultados inciden en la necesidad de seguir investigando los determinantes de las donaciones, como lo demuestra el incremento del R^2 al introducir nuevas variables. De igual modo, hemos constatado cómo no todas las variables clásicas presentan un efecto significativo sobre el volumen de donaciones. En este sentido sorprende la ausencia de efecto de la eficiencia de la organización. También hemos constatado algunas diferencias en los resultados dependiendo del momento temporal en el que consideramos algunas de las variables independientes (uno o dos años antes de las donaciones). Todo ello puede derivarse de las dificultades económicas que ha supuesto la crisis al provocar importantes fluctuaciones en sus ingresos y gastos anuales.

Entre las limitaciones con las que cuenta este estudio, nos encontramos con el reducido tamaño de la muestra y el empleo de MCO, en vez de emplear metodologías específicas de datos de panel. Otra limitación está relacionada con el momento temporal en el que considerar las variables independientes, dado que la información no está disponible inmediatamente tras la finalización de un ejercicio económico.

Como futuras líneas de investigación se encuentra el ampliar la muestra con más organizaciones, sectores y años, permitiendo aplicar otras metodologías estadísticas. Igualmente, sería interesante cambiar la fuente de datos, realizando un estudio centrado en preguntas directas al donante. De esta manera, podría estudiarse simultáneamente no sólo las características de las ENL que favorecen la atracción de donaciones sino también los factores personales de los donantes que influyen en su decisión de donar su dinero o su tiempo.

REFERENCIAS

[1] Fundación Lealtad (Ed.) (2013). Las ONG españolas ante la crisis (2007-2013). Análisis de la evolución de las ONG de las Guía de la Transparencia. Madrid.

[2] Cappellari, L., Ghinetti, P. & Turati, G. (2011). On time and money donations. The Journal of Socio-Economics 40(6), pp. 853-867.

[3] Yen, S.T. & Zampelli, E.M. (2014). What drives charitable donations of time and money? The roles of political ideology, religiosity, and involvement. Journal of Behavioral and Experimental Economics 50, pp. 58-67.

[4] Marcuello, C. & Salas, V. (2001). Nonprofit organizations, monopolistic competition, and private donations: Evidence from Spain. Public Finance Review 29(3), pp. 183-207.

[5] Okten, C. & Weisbrod, B.A. (2000). Determinants of donations in private nonprofit markets. Journal of Public Economics 75(2), 255-272.

[6] Weisbrod, B.A. & Dominguez, N.D. (1986). Demand for collective goods in private nonprofit markets: Can fundraising expenditures help overcome free-rider behavior?. Journal of Public Economics, 30(1), pp. 83-96.

[7] Andres-Alonso, P., Garcia-Rodriguez, I. & Romero-Merino, M.E. (2015a). The Dangers of Assessing the Financial Vulnerability of Nonprofits Using Traditional Measures. Nonprofit Management and Leadership 25(4), pp. 371-382.

[8] Marudas, N.P. & Jacobs, F.A. (2004). Determinants of charitable donations to large US higher education, hospital, and scientific research NPOs: New evidence from panel data. Voluntas: International Journal of Voluntary and Nonprofit Organizations 15(2), pp. 157-179.

[9] Frumkin, P., & Kim, M.T. (2001). Strategic positioning and the financing of nonprofit organizations: Is efficiency rewarded in the contributions marketplace?. Public Administration Review 61(3), pp. 266-275.

[10] Tinkelman, D. (1999). Factors affecting the relation between donations to nonprofit organizations and an efficiency ratio. Research in Government and Nonprofit Accounting 10(1), pp. 135-161.

[11] Trussel, J.M., & Parsons, L.M. (2007). Financial reporting factors affecting donations to charitable organizations. Advances in Accounting 23, pp. 263-285.

[12] Andreoni, J. & Payne, A.A. (2011). Is crowding out due entirely to fundraising? Evidence from a panel of charities. Journal of Public Economics 95(5), pp. 334-343.

[13] Wooten, T.C., Coker, J.W. & Elmore, R.C. (2003). Financial control in religious organizations: A status report. Nonprofit Management and Leadership 13(4), pp. 343-365.

[14] García-Rodríguez, Í., & Romero-Merino, M.E. (2014). ¿Quién gobierna las ONGD en España? Un análisis de la composición de sus órganos de gobierno. CIRIEC-España 81, pp. 95-126.

[15] Greenlee, J.S., & Brown, K.L. (1999). The impact of accounting information on contributions to charitable organizations. Research in Accounting Regulation, 13, pp. 111-126.

[16] Wellens, L. & Jegers, M. (2014). Effective governance in nonprofit organizations: A literature based multiple stakeholder approach. European Management Journal 32(2), pp. 223-243.

[17] Nikolova, M. (2015). Government Funding of Private Voluntary Organizations Is There a Crowding-Out Effect?. Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly 44(3), pp. 487-509.

[18] Lu, J. (2016). The Philanthropic Consequence of Government Grants to Nonprofit Organizations. Nonprofit Management and Leadership 26(4), pp. 381-400.

[19] Tinkelman, D. (2010). Revenue interactions: Crowding out, crowding in, or neither. Handbook of research on nonprofit economics and management, pp. 18-41.

[20] Andres-Alonso, P., Garcia-Rodriguez, I. & Romero-Merino, M.E. (2015b). Crowding out effect in the NGDOs from Spain: A panel analysis. 5th CIRIEC International Research Conference on Social Economy.

[21] Calabrese, T. & Grizzle, C. (2012). Debt, donors, and the decision to give. Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management 24(2), pp. 221-254.

[22] Gandía, J.L. (2009). Internet disclosure by nonprofit organizations: Empirical evidence of nongovernmental organizations for development in Spain. Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly 40(1), pp. 57-78.

[23] Reheul, A.M., Van Caneghem, T. & Verbruggen, S. (2014). Financial reporting lags in the non-profit sector: An empirical analysis. Voluntas: International Journal of Voluntary and Nonprofit Organizations 25(2), pp. 352-377.

[24] Parsons, L.M. (2003). Is accounting information from nonprofit organizations useful to donors? A review of charitable giving and value-relevance. Journal of Accounting Literature 22, pp. 104-129.

[25] Saxton, G.D. & Guo, C. (2011). Accountability online: Understanding the web-based accountability practices of nonprofit organizations. Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly 40(2), pp. 270-295.

[26] Pittman, J.A., & Fortin, S. (2004). Auditor choice and the cost of debt capital for newly public firms. Journal of accounting and economics 37(1), pp. 113-136.

[27] Kim, J.B., Song, B.Y. & Tsui, J.S. (2013). Auditor size, tenure, and bank loan pricing. Review of Quantitative Finance and Accounting 40(1), pp.75-99.

[28] Nunnenkamp, P. & Öhler, H. (2012). How to attract donations: the case of US NGOs in international development. The Journal of Development Studies 48(10), pp. 1522-1535.

EL "SUGAR TAX" DE REINO UNIDO Y LA INCORPORACIÓN DE EXTERNALIDADES NEGATIVAS

Bárbara Coêlho da Gama Santos

[1]*Abogada, Doctoranda en el programa de Ciencias Jurídicas, Económicas y Sociales, Facultad de Derecho, Universidad de Burgos*

RESUMEN

El presente trabajo se dedica a hacer una reflexión acerca de la institución de tributación sobre el hecho imponible de producción de bebidas carbonatadas con alto valor de azúcar, que tienen como sujeto pasivo la industria productora y como finalidad la disminución del consumo del azúcar para la población y para forzar la industria a elaborar productos con menor valor de azúcar, tomando como punto para analice en proyecto de su institución en Reino Unido.

Palabras clave: Sugar Tax, Tributación sobre el azúcar, incorporación de externalidades negativas.

1. LA CUESTION DEL AZÚCAR

La OMS - Organización Mundial de La Salud en 2015 emitió una recomendación de que el límite máximo de ingestión de azúcar no debe sobrepasar el 10% (diez por ciento) del consumo de calorías diarias y aún para mejores beneficios a la salud el consumo diario de azúcar debe ser de 5% (cinco por ciento) de las calorías recomendadas/día, lo que sería el equivalente a 25g de azúcar al día.

La mayoría de las bebidas cabonatadas azucaradas en apenas una porción de 330ml sobrepasan el límite diario de consumo de azúcar recomendado por la Organización Mundial de la Salud.

Hace tiempo el Chef Jamie Oliver viene encargándose de forma personal de la tarea de intentar concienciar a su país acerca de la importancia de la correcta alimentación de los niños para que se tornen adultos saludables. Entre sus muchos intentos, están la educación de los padres para que preparen alimentos más sanos, el entrenamiento de las personas que preparan la merienda en las escuelas para que vean que es posible tener una opción más sana sin sobrepasar el presupuesto disponible y aún la educación de los niños y adolescentes para que prueben nuevos sabores – aparte del "junk food" de siempre. A pesar de sus intentos y la inversión de su tiempo en esta causa no hubo resultados positivos concretos.

Desde entonces el Chef Jamie Oliver viene, conjuntamente con otras instituciones, presionando al gobierno para que instituya un impuesto en las bebidas carbonatadas con alto valor de azúcar, como una manera de disminuir la ingestión de azúcar por la población de Reino Unido.

Desde el punto de vista a favor de la institución del impuesto están los argumentos de que las bebidas carbonatadas tienen un alto valor de azúcar, una porción de 330ml de refresco de cola puede llegar a tener siete cucharas de té de azúcar. Estas bebidas se tratan de calorías liquidas y el cuerpo no las registra, haciendo con que las consumamos sin medida. Por ejemplo, una persona a lo mejor no come una tarta entera, pero puede tomar dos litros de refresco de cola al día (lo que supone demasiado azúcar). Lo que más preocupa es la epidemia de obesidad, sobre todo en los niños y el reflejo de esto en el futuro.

En los países como Reino Unido, España y Brasil, que tienen la sanidad y previdencia públicas es el Estado que asume nos costes del tratamiento da las enfermedades decurrentes del alto consumo de azúcar tales como: enfermedades cardíacas, accidente cerebrovascular, algunos tipos de cáncer, enfermedades circulatorias, caries y diabetes, esta última que puede tener serias complicaciones como la ceguera, amputación de extremidades y hasta la muerte. La diabetes aún impone a los afligidos por ella una rutina diaria de cuidados con medicaciones y hábitos sanos.

Es complejo pues, mientras más dulce, más se vende y la Industria de Bebidas Carbonatadas Azucaradas fornece productos que dañan a la salud sin observar la gravedad de la situación. El coste de este daño lo asume la sociedad y el Estado a través del fornecimiento de medicaciones, tratamiento, hospitalización, días de baja y pensiones por muerte o por incapacitación para el trabajo.

La Industria, por su lado, hace llegar su voz por medio de algunas entidades tales como UNESDA – UNION OF EUROPEAN SOFT DRINKS ASSOCIATIONS o FACE THE FACTS, CAN THE TAX que defienden la no tributación de las bebidas carbonatadas azucaradas, alegando que los ciudadanos en una democracia tienen derecho de hacer sus opciones personales incluso en lo que integra su dieta, que la tributación podría causar daño a un seguimiento que emplea a 1 millón de personas directa y indirectamente y aún que se trata de una industria toda basada en Europa, generando empleos e ganancias económicas localmente. Afirman que las bebidas azucaradas carbonatadas no son significativas para la ingestión diaria de calorías de un individuo, siendo así, la reducción en la cantidad de azúcar en las bebidas carbonatadas no tendrá un impacto en la reducción de la epidemia de obesidad.

Involucrado en la cuestión existen bienes jurídicos que son caros la sociedad: la salud, vida, libre iniciativa, no intervención del Estado en la economía, no intervención del Estado en la autonomía privada del individuo, y consecuentemente, va a involucrar una ponderación de bienes y intereses.

2. SDIL – THE SOFT DRINKS INDUSTRY LEVY, EL SUGAR TAX EN REINO UNIDO

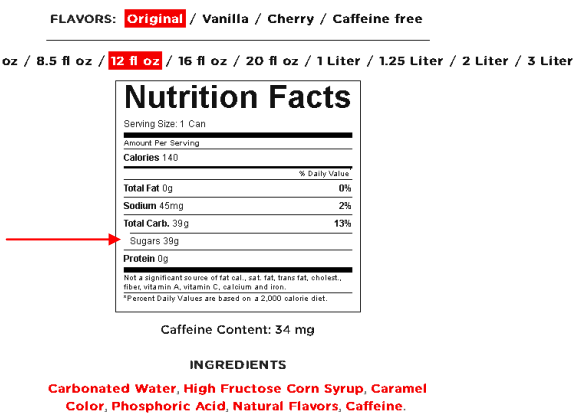
The Soft Drink Industry Levy recibió el apodo de Sugar Tax por la prensa y así se popularizó. La institución del tributo a través de ley está prevista para el año 2017 y con el inicio de la incidencia para abril del 2018, lo que concede a la industria de bebidas carbonatadas azucaradas dos años para que piensen en la reformulación de sus productos para reducir la cantidad de azúcar en las bebidas que integran el hecho imponible.

Lo que sucede ahora mismo es que del 18 de agosto del 2016 a 13 de octubre de 2016, se realizó una consulta pública para que los diversos interesados se manifestasen acerca de la institución del tributo con la posibilidad de marcar citas para discutir el asunto.

Esta consulta pública hace parte de un levantamiento del impacto del tributo para que se pueda desarrollar la legislación pertinente lo que de hecho incluye la población en la formulación de la ley, dando así una validación social, una vez que, estamos hablando del país de la Magna Carta que fue el primer paso para limitar el poder tributante del Estado.

El Sugar Tax en Reino Unido *a priori* está planeado para ser cobrado en dos grupos. El primer grupo es de las bebidas carbonatadas azucaradas que contienen 5g o más de azúcar por 100ml, el segundo grupo de las bebidas que contienen 8g o más de azúcar por 100ml, esté último, por contener más azúcar tendrá una exacción mayor.

Recordando que la Organización Mundial de Salud establece que para una buena salud el consumo diario de azúcar no debe ultrapasar el 5% de calorías recomendadas a diario, lo que se estima en 25g da azúcar al día, verificase abajo la información nutricional para la Coca -Cola, a lo equivalente aproximadamente a 354ml de bebida que contiene 39g de azúcar, lo que en una sencilla lata sobrepasa el consumo diario de azúcar recomendado por la OMS:



Disponible en: http://www.coca-colaproductfacts.com/en/coca-cola-products/coca-cola/ - Acceso en 25/10/2016.

Lo que se objetiva con el Sugar Tax es que la industria de las bebidas carbonatadas azucaradas preceda un cambio en sus productos para que reduzca da cuantidad de azúcar en las porciones, y con el tiempo ya no paguen más en tributo por estar por debajo de los valores de azúcar por 100ml que integran el hecho imponible.

Este tributo tiene no solo la finalidad de resarcir al Estado los costes a la salud que el alto consumo de azúcar proporciona, pero, se verifica aun una función extra fiscal por regular un comportamiento de la industria al reducir la cantidad de azúcar en sus productos, y de la población de forma indirecta, que consumirá productos con menor valor de azúcar.

En países que ya cobran el Sugar Tax como Méjico, se observa que la industria repasa el coste del tributo para el consumidor concentrándolo en los embalajes individuales (como las latas) tornando más barata la compra de envases mayores. En el proyecto de ley del Reino Unido se estudia la imposición de multas en tales casos, así como si hay la división de operación en empresas menores para que si hay excepción

para pequeños productores – como ocurre para los pequeños productores artesanales en el caso de la tributación acerca del Alcohol - no ocurra fraude con el intuito de beneficiarse indebidamente.

3. LA INTEGRALIZACIÓN DE EXTERNALIDADES NEGATIVAS

Al producir un dado bien existen consecuencias que no están integradas al coste de producción. Las externalidades negativas son consecuencias dañosas que no están incluidas en el coste de la producción. Hay que imaginar que una industria para producir utiliza recursos naturales, provoca daños ambientales o aún que al enviar sus productos a los puntos de venta se utiliza de la estructura de carreteras fornecidas por el Estado, por ejemplo.

La Industria de Bebidas Carbonatadas se utiliza de un alto valor de azúcar en sus productos y como consecuencia negativa se tiene la obesidad, diabetes y todas las otras enfermedades ya listadas. Estas son externalidades negativas no están incorporadas al coste de producción de estas bebidas, la industria se queda con las ganancias y el Estado y la Sociedad asumen los costes del daño a la salud.

La teoría económica nos presenta tres formas de realizar la internalización de estas externalidades negativas que son: el Óptimo de Pareto, el Teorema de Coase y los Impuestos Pigouvianos.

El Óptimo de Pareto presenta que una situación económica es óptima si no es posible mejorar la actividad sin causar daño a ninguna otra actividad y debe contener eficiencia en los cambios, eficiencia en la producción y eficiencia en el mix de productos. Lo que pasa es que el Óptimo de Pareto no lleva en consideración si los resultados hallados son socialmente aceptos. En este caso, una línea de producción contaminante podría ser óptima, porque no se evalúa si el resultado de la producción es dañoso al medio ambiente. Siendo así, el Óptimo de Pareto no observa el daño a la salud de la colectividad causado por el excesivo consumo de azúcar en las bebidas carbonatadas azucaradas.

El teorema de Coase presenta la alternativa de que el Estado no debe intervenir, siendo así que los agentes tienen que comunicarse y negociar para la reducción de las externalidades negativas. En el caso del Sugar Tax se verifica que a la Industria no le parece dañosa su actuación y aún hay un desequilibrio de fuerzas entre la Industria – que es organizada – y la Sociedad que se hace escuchar por entidades y representantes del Estado de forma aislada.

Los Impuestos Pigouvianos tienen como objetivo mejorar la eficiencia del mercado, incorporando al coste de producción la utilización de los recursos ya puestos y el resarcimiento al Estado por los daños eventualmente causados.

De estas tres alternativas sería bueno que la propia industria de las bebidas azucaradas carbonatadas se comprometiese con la sociedad, presentando un plan de reducción en la utilización del azúcar, pero el teorema de Coase no se aplica a la situación.

El Óptimo de Pareto no analiza si el resultado es socialmente o moralmente aceptable, lo que significa decir que no analiza el daño que puede causar para la salud ingerir tantas calorías liquidas y tanto azúcar.

Lo que resta es la analizar el impuesto Pigouviano para que el Estado sea resarcido de los costes que tiene en la salud resultante consumo excesivo del azúcar,

lo que se justifica no solo por la integración de la externalidad negativa pero también pela solidaridad fiscal.

Como se puede observar la cuestión del Sugar Tax es compleja y necesita debate por la sociedad, de forma que no sólo se reduzca el consumo de azúcar, pero también que la industria se ocupe de ofrecer productos que no sean dañosos a la salud, principalmente, de los niños. Se hace necesario también que las externalidades negativas decurrentes de la producción de bebidas azucaradas carbonatadas sean incorporadas a su coste de producción, de forma a estimular un cambio positivo en la industria.

REFERENCIAS

ÁLVAREZ, Luis Ortega. GARCÍA, Consuelo Alonso. Dir. Tratado de Derecho Ambiental. Tirant lo blach: Valencia, 2013.

ESTRIN, Saul. LAIDER, David. Microeconomia. 4ª ed. Trad. Esther Rabasco. Prentice Hall: Madrid, 1995.

FRANK, Robert H. Microeconomía Intermedia: Análisis Económico y Comportamiento. 7ª Edición. Traducción: Martha Esla Mauri Hernández, Rocío Román Callado, Manuel Luis Pozos Casado. McGraw Hill: México D.F, 2009.

GONZÁLEZ, Albert Ruda. El Daño Ecologico Puro: La responsabilidade Civil por el deterioro del Medio Ambiente, com especial atención a la Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental. Navarra: Thomson Aranzadi, 2008.

JURADO, Diego J. Vera. La disciplina ambiental de las atividades industriales. Tecnos: Madrid, 1994.

KRUGMAN, Paul *et all*. Fundamentos de Economía. 3ª Edición. Traducción Jimena García-Pardo y Alonso de Ojeda. Barcelona: Reverté, 2015.

MANCHÓN, Francisco. Economía, Teoría y Política. McGraw Hill: Madrid, 2009.

MORENO, Alejandro Menéndez. Derecho Financiero y Tributário. Parte General. 17ª Edición. Thomson Reuters: Navarra, 2016.

MORENO, José Luis Serrano. Ecología y Derecho: Principios de Derecho Ambiental y Ecología Jurídica. Comares: Granada, 1992.

PRIETO, Luis María Cazarola. CÁMARA, Pablo Chico de la. Dir. Introducción al Sistema Tributário Español. 3ª Edición. Thomson Reuters Aranzadi: Navarra, 2015.

QUERALT, Juan Martín. SERRANO, Carmelo Lozano. LÓPES, José Manuel Tejerizo. Derecho Tributario. 21ª Edición. Thomson Reuters Aranzadi: Navarra, 2016.

QUERALT, Juan Martín *et all*. Curso de Derecho Financiero y Tributario. 27ª Edición rev. E atual. Tecnos: Madrid, 2016.

SÁNCHEZ-RODRIGO, Paz Vizcaíno. Introducción al Derecho del Medio Ambiente. Canales y Forcallo: Madrid, 1996.

TABOADA, Carlos Palao. Derecho Financeiro y Tributário: Introducción Derecho Presupuestario Ingresos Públicos no Tributados. 2ª Edición Revisada y Actualizada. Colex: Madrid, 1987.

Internet:

http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=4783:oms-recomenda-que-os-paises-reduzam-o-consumo-de-acucar-entre-adultos-e-criancas&Itemid=821 – Acceso en 25/10/2016

http://canthetax.org.uk/ - Acceso en 25/10/2016

http://www.unesda.eu/ - Acceso en 25/10/2016

http://www.coca-colaproductfacts.com/en/coca-cola-products/coca-cola/ - Acceso en 25/10/2016

https://youtu.be/ERZgzRa69tw - Acceso en 25/10/2016 - Conferencia con el tema "El impacto del impuesto a las bebidas azucaradas en México"

https://www.gov.uk/government/consultations/soft-drinks-industry-levy - Acceso en 25/10/2016

EL CONTEXTO CULTURAL EN LA RELACIÓN DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA Y LA REPUTACIÓN CORPORATIVA

Clara Pérez Cornejo
Universidad de Burgos

RESUMEN

La reputación corporativa, considerada por los directivos como uno de los activos intangibles más importantes de la empresa, se basa en las percepciones y expectativas de los stakeholders sobre la capacidad de la empresa de satisfacer sus intereses. En este sentido, demostrar un alto grado de responsabilidad social corporativa muestra los desempeños presentes y pasados de la empresa hacia sus stakeholders y puede generar expectativas de que la compañía se comportará de acuerdo con las expectativas de los diferentes grupos de interés. Sin embargo, hay algunos factores institucionales que pueden afectar a la forma en la que los grupos de interés perciben la responsabilidad social corporativa y por tanto, puede afectar a las expectativas de estos. Inspirándonos en la teoría institucional y el enfoque stakeholder, el objetivo de nuestro estudio es analizar si las diferencias regionales moderan la relación entre la responsabilidad social corporativa y la reputación corporativa. Con este trabaja se pretende ayudar a entender cómo la responsabilidad social corporativa es percibida de manera diferente por los grupos de interés en los distintos países, para lograr una mejor adaptación de las políticas de responsabilidad social corporativa con las expectativas de los participantes de cada país.

Palabras clave: Responsabilidad social corporativa, reputación corporativa, cultura.

1. MARCO TEÓRICO

La reputación corporativa, definida como la capacidad percibida de la empresa para satisfacer los intereses de sus stakeholders [1][2] es considerada por los propios directivos como el activo más importante de la empresa [3][4]. Efectivamente, la literatura ha puesto de manifiesto que las compañías que gozan de una buena reputación corporativa tienen mejor capacidad para atraer y mantener clientes [5][6] y mantienen precios más altos [6][7]. Por otro lado, la reputación corporativa afecta a la confianza e identidad de los clientes con la empresa y a la intención de compra [8][9]. Además, la reputación corporativa ayuda a atraer mejores candidatos, reduce la rotación de personal, e influye en la moral de los empleados [6][10]. La reputación corporativa también favorece la atracción de nuevos inversores y facilita la entrada a nuevos mercados de capitales [7][11]. Todas estas ventajas hacen de la reputación corporativa una fuente de valor sostenible [12][13] Estas evidencias han despertado un creciente interés por investigar los antecedentes de la reputación corporativa [14][15][16] De

entre estos factores, la literatura previa ha enfatizado la responsabilidad social de la empresa, como un determinante de la reputación corporativa [14][15].

Además recientes investigaciones han puesto de manifiesto que factores contextuales como el sector o actividad de la empresa afectan a la influencia de la responsabilidad social corporativa en reputación corporativa [15][17]. En este sentido un factor del entorno de la empresa que afecta a la presión y expectativas de los distintos participantes es el contexto cultural [18]. Por ello, consideramos que su estudio puede ayudar a obtener un mayor entendimiento de la relación entre la responsabilidad social de la empresa y su reputación corporativa.

La estructura del trabajo continúa en el siguiente apartado con el análisis de la relación entre la responsabilidad social corporativa y la reputación corporativa. A continuación abordaremos el efecto del contexto cultural en la relación. En el siguiente apartado se muestra el método que se aplicará para la futuro test empírico y por último presentamos un apartado de aportaciones y conclusiones.

1.1. Responsabilidad Social Corporativa y Reputación Corporativa

Para entender el significado del término responsabilidad social corporativa, partimos de la propuesta de Carroll [19]. Carroll presenta la idea de que las empresas tienen que tratar con cuatro tipos de responsabilidades: económica, legal, ética y social. Esta concepción de responsabilidad social ha sido ampliamente adoptada en investigaciones posteriores [20][21]. Sin embargo, esta noción ha evolucionado de la mano del enfoque stakeholder [22] el cual considera que la empresa tiene responsabilidades en sus relaciones con todos los grupos de interés, como clientes, proveedores, empleados, gerentes, sociedad y, medioambiente [23][24] y no solo con los accionistas. Por ejemplo investigaciones actuales definen la responsabilidad social corporativa como el "grado en el cual una empresa adopta sus iniciativas sociales en respuesta de un amplio rango de intereses de los participantes" [25] o "la asignación de recursos por parte de la empresa con el propósito de la mejora del bienestar social que sirve como medio para mejorar la relación de la empresa con sus principales participantes" [26]. De ambas definiciones se extrae que la responsabilidad social es una herramienta que refuerza la relación de la empresa con sus stakeholders. La manifestación esta responsabilidad social corporativa de la empresa se lleva a cabo a través de diversas acciones como por ejemplo inversión en programas filantrópicos o en programas de contención de emisiones, desarrollo de canales de comunicación con clientes y proveedores, aplicación de políticas de igualdad entre los trabajadores, etc.

En relación con la reputación corporativa, la responsabilidad social corporativa puede ser tenida en cuenta como una manera de satisfacer lo que los stakeholders consideran como un comportamiento apropiado y puede considerarse como un instrumento de legitimación donde la compañía muestra su adherencia y concordancia con las normas y expectativas de los grupos de interés [27][28]. Además, los grupos de stakeholders defienden no sólo los asuntos que pueden afectar a sus intereses, sino que también pueden preocuparse sobre las cuestiones que afectan a otros [28]. Por tanto, los stakeholders pueden esperar un cierto compromiso social por parte de la empresa no solo en aquello en lo que les afecta. Por ello a través de su responsabilidad social corporativa la organización puede transmitir la imagen de compromiso con la sociedad lo que le ayudará a su legitimación. Es por esto que muchas empresas tienen fuertes políticas de responsabilidad social corporativa para construir y mantener su reputación corporativa [29][30][31]. Investigaciones anteriores también sugieren

que muchas empresas tratan de manifestar y hace visible su responsabilidad social corporativa para conseguir legitimación a través de la aprobación de los grupos de interés [32][33] porque la reputación corporativa es resultado de un proceso de legitimación [34]. Por lo tanto, la responsabilidad social corporativa puede influir en las expectativas de los grupos de interés, particularmente si su comportamiento es creíble y constante. . Además basándonos en evidencias empíricas previas [14][15] anticipamos una relación positiva y significativa entre la responsabilidad social corporativa y la reputación corporativa.

H.1. La responsabilidad social corporativa tienen un efecto positivo en la reputación corporativa.

1.2. Contexto cultural, Responsabilidad Social corporativa y Reputación corporativa.

El contexto cultural consiste en un conjunto de elementos compartidos (conocimiento, valores, normas, creencias, etc) que proporcionan estándares a la hora de percibir, interpretar, creer, evaluar, comunicar y actuar con aquellos que comparten un idioma, un periodo histórico y una localización geográfica [35]. Por tanto, la cultura actúa como un patrón que afecta al proceso cognitivo y al comportamiento individual y del grupo [36]. Por consiguiente, los grupos de stakeholders que comparten un contexto cultural, pueden tener expectativas similares sobre lo que es un correcto desempeño social por parte de la empresa en relación a sus grupos de interés. En este sentido, las investigaciones contrastan que los valores culturales definen la personalidad, expectativas y percepciones de los diferentes stakeholders[37][38].

Centrándonos en la reputación corporativa, los gerentes deben tener en cuenta las diferencias en las características culturales de los diferentes mercados a la hora de manejar la reputación a través de los diferentes países [18]. Esto ayudaría entender sí la responsabilidad social corporativa es percibida de manera diferente por los stakeholders en los diferentes países. La teoría institucional sugiere que las organizaciones adoptarán valores de nivel social como forma de conseguir legitimación con su ambiente [39]. Lodge [40] sugiere que subrayar la ideología de un país fomenta que las empresas de ese país persigan ciertos objetivos estratégicos. Por lo tanto, el efecto de la cultura en la relación entre la reputación social corporativa y la reputación corporativa es un asunto importante a analizar.

En cuanto al análisis empírico del fenómeno, [18] realizan un meta-análisis y analizan el efecto moderador de la cultura en la relación de la responsabilidad social corporativa y la reputación corporativa. Si bien es cierto que no encuentran una relación significativa, los autores justifican que este resultado puede ser debido a la heterogeneidad de medición las variables tanto de la RSC como de la reputación corporativa de cada país.

Por último y además, También podemos encontrar un antecedentes a nuestra propuesta de análisis en algunos trabajos que analizan el efecto del contexto cultural en la relación entre la RSC y las expectativas de diferentes grupos de stakeholders. En este sentido, Katz, Swanson y Nelson [41] hacen un análisis cualitativo comparando de 4 países. Analizan las expectativas hacia la empresa de los stakeholders sobre las diferentes dimensiones de la RSC (consumidores, clientes, trabajadores, medioambiente, gobierno y sociedad) en relación a las dimensiones culturales de Hofstede, ofreciendo conclusiones para investigaciones futuras. Por otro lado, los resultados

de la investigación de Maingnan [18] muestran que los clientes de diferentes países (EEUU, Francia y Alemania) asignan diferente importancia a las iniciativas de responsabilidad social corporativa de la compañía en relación con el nivel de individualismo del país [40][42][43].

Basándonos en las dimensiones culturales (individualismo-colectivismo, distancia al poder, masculinidad-feminidad y orientación a largo frente a corto plazo) de Hofstede [42][43], proponemos analizar si las diferentes características culturales de un país afectan a la intensidad de la relación entre la responsabilidad social corporativa y la reputación corporativa.

1.2.1. Distancia al poder

En primer lugar queremos comprobar si Hofstede define la distancia del poder como el grado en el que los miembros de la sociedad menos poderosos aceptan y esperan que el poder sea distribuido de manera desigual, o el grado en que un país acepta los desequilibrios sociales. En países con poca distancia al poder las desigualdades deben ser minimizadas, el poder necesita más legitimación, así que debería existir interdependencia entre las personas menos y más poderosas [41][42][44]. Además, en culturas con poca distancia al poder, los individuos se centran menos en las diferencias sociales y en las aspiraciones sociales [45]. Sin embargo, en contextos culturales con mayor distancia al poder, se atribuye una gran importancia al prestigio y a la riqueza, ya que son determinantes para condicionar las clases económicas y sociales [43][46], de tal forma que se asume que cada persona tiene un lugar legítimo en la jerarquía social. En este tipo de sociedades las personas buscan su propia satisfacción a través del poder y las desigualdades son esperadas y deseadas [44]. Por lo tanto, en culturas con menor distancia al poder puede suceder que la responsabilidad social corporativa sea percibida de forma más positiva que en las culturas con mayor distancia al poder porque un buen desempeño social puede percibirse como una forma de lucha contra las diferencias de clases y por tanto como una forma de eliminación de desigualdades entre stakeholders. Sin embargo, en las culturas con una mayor distancia al poder los negocios pueden ser vistos como medidas para conservar el status quo de la clase alta [41].

H.2.1 En países con una cultura con menor distancia al poder, la relación entre la responsabilidad social corporativa y la reputación corporativa será mayor que en países con mayor distancia al poder.

1.2.2. Individualismo-colectivismo

La dimensión individualismo/colectivismo se refiere al grado en que la gente forma parte de los diferentes grupos de la sociedad. Por una parte, en sociedades individualistas el tiempo personal e individual, la libertad y las experiencias están altamente valoradas [43][47][48]. En este sentido, en países con alto nivel de individualismo la gente busca la satisfacción de los intereses propios y los de sus parientes más cercanos, sin tener en cuenta el interés por el resto de la sociedad. Por otra parte, en sociedades con un alto nivel de colectivismo, existe un alto sentido de pertenencia, y la gente confía y es leal al grupo y se identifican con él. Por lo tanto, teniendo en cuenta que el objetivo de la la responsabilidad social corporativa es el de satisfacer todas las relaciones con los grupos de interés, en los países colectivos el conjunto de stakeholders puede percibir de manera más positiva aquellas empresas que son responsables con todos los grupos de interés de la compañía, porque tienen un mayor

sentimiento de pertenencia a la comunidad. Sin embargo, en países más individualistas, un alto grado de responsabilidad social corporativa puede ser visto como una expropiación contra su propio interés. Por lo tanto, consideramos que en las sociedades más colectivistas un alto desarrollo de la responsabilidad social corporativa es más apreciada y esperada que en las sociedades individualistas, y por consiguiente, la responsabilidad social corporativa en los países con culturas colectivistas tiene mayor impacto en la reputación corporativa que en los países con cultura individualista.

H.2.2 En países con una orientación cultural colectivista, la relación entre la responsabilidad social corporativa y la reputación corporativa será mayor que en los países con cultura individualista

1.2.3. Masculinidad-feminidad

Las sociedades masculinas se caracterizan por valores basados en el éxito, el reconocimiento, las ganancias, la asertividad, la agresividad y el logro personal [44]. En este sentido, Hofstede argumenta que los países masculinos favorecen el crecimiento económico en lugar de la protección ambiental [42]. Sin embargo, en las sociedades femeninas, los valores principales se centran en cuidar de los otros, en la calidad de vida y en las relaciones [44]. Por tanto, podría esperarse que en los países con orientación femenina los grupos de interés valoren de forma más positiva la responsabilidad social corporativa que en los países con orientación cultural masculina, porque los valores de la responsabilidad social corporativa se basan en una distribución equilibrada del valor de la empresa. Sin embargo, en las sociedades masculinas los grupos de interés pueden valorar mejor a aquellas empresas con buenos resultados económicos como señal de éxito.

H.2.3 En los países con orientación cultural femenina, la relación entre la responsabilidad social corporativa y la reputación corporativa será mayor que en los países con orientación cultural masculina.

1.2.4. Orientación a largo y corto plazo

La dimensión de orientación al largo plazo/corto plazo se refiere a la manera en que una sociedad acepta los retos de futuro. Las culturas con orientación al corto plazo se centran en obtener resultados rápidos, manteniendo sus tradiciones a cualquier precio, con cuotas de ahorro reducidas y conforme a lo socialmente establecido [49]. Por un lado, las sociedades con orientación al largo plazo tratan de adaptar las tradiciones al nuevo contexto, tratan de ahorrar recursos y muestran perseverancia en el logro de resultados lentos (Hofstede 1991). En este sentido, la visión tradicional sobre el principal objetivo de la empresa ha sido la de conseguir buenos resultados financieros [50]. Entre los objetivos de que se pretenden alcanzar con la responsabilidad social corporativa a muchos de ellos tienen impacto en el largo plazo, y a veces las medidas para determinar su éxito son difíciles de establecer [23][50]. Por lo tanto, en los países con orientación al corto plazo, puede ser posible que las expectativas de los grupos de interés sobre las empresas debiera ser únicamente la obtención de beneficios, y dedicar los recursos a otras cosas que no tengan resultados inmediatos en el resultado de la empresa podría ser visto como un derroche de dinero. Sin embargo, en países con orientación al largo plazo, un gran desarrollo de la responsabilidad social corporativa en la empresa puede ser visto como una inversión de futuro, generando buenas expectativas sobre los resultados futuros.

H.2.4 en los países con orientación al largo plazo, la relación entre la responsabilidad social corporativa y la reputación corporativa será mayor que en los países con orientación al corto plazo.

2. MÉTODO

2.1. Muestra

Para testar nuestras hipótesis utilizaremos una muestra internacional de empresas de diferentes países, resultante de la combinación de las bases de datos de Sustainalytics y RepTrak® Pulse.

2.2. Metodología

En función de los datos disponibles se utilizará metodología de datos de panel o de sección cruzada.

2.3. Variables

Para medir la variable independiente responsabilidad social corporativa utilizaremos los indicadores que proporciona la base de datos de responsabilidad social de Sustainalytics. Sustainalytics es una compañía internacional líder en el análisis de sostenibilidad empresarial que reporta un índice global de responsabilidad social corporativa. Este índice se construye sobre la base de unos indicadores refleja la evaluación de cada organización en diferentes categorías relativas a la actuación de la empresa en materia de ambiental, social y de gobierno corporativo. Además estos índices han sido empleados por la literatura académica previa como medida de responsabilidad social corporativa [17].

Para medir la variable dependiente CR utilizaremos el índice de reputación de RepTrak® Pulse. Este índice lo proporciona The Reputation Institute y se basa en siete dimensiones (productos y servicios, innovación, lugar de trabajo, gobierno, ciudadanía, liderazgo y resultado) para medir la reputación corporativa. El índice de reputación de más de 2000 compañías en 40 países.

En cuanto a la medición de las variables culturales utilizaremos las dimensiones de Hofstede. Cada dimensión tiene un índice con una puntuación que va desde 1 a 100 para 103 países, y cada país tiene una posición en cada índice. Aunque el índice de Hofstede ha sido utilizado en numerosos estudios e investigaciones y sus índices de las dimensiones culturales son generalmente aceptados en la investigación empresarial [52] y se consideran todavía válidos en los estudios a través del tiempo y de los lugares, a pesar de haber sido creado en 1970 [53]. Además, el amplio rango de países y la accesibilidad para conseguir los datos impulsa a los investigadores a seguir utilizándolo. Es por esta razón que confiamos en el modelo de Hofstede para desarrollar nuestra investigación y para probar nuestras propuestas.

Emplearemos seis variables de control que han sido aplicadas por la literatura previa en investigaciones relativas a los antecedentes de la reputación corporativa de la empresa: tamaño, edad, rentabilidad financiera, apalancamiento, estructura del consejo de administración y sector en el que opera la empresa

3. APORTACIONES Y CONCLUSIONES

El primer resultado previsto, constatar la relación prevista entre la responsabilidad social corporativa y la reputación corporativa, nos permitirá reafirmar la im-

portancia de la responsabilidad social de la empresa como un elemento influyente en la reputación corporativa que otros estudios previos ya constataron [15][17]. Este resultado previsto, nos ayudaría a sostener y respaldar la idea de que la política, las acciones y la inversión en la responsabilidad social corporativa favorece la reputación corporativa y es beneficiosa para la empresa a la hora de alcanzar resultados sostenibles. Sin embargo, debemos remarcar el hecho de que nuestra investigación pretende testar esta relación en una muestra de carácter internacional, lo que dará una visión más amplia del fenómeno. Por otro lado este resultado no solo tiene implicaciones académicas sino que también tiene implicaciones para los gestores y directores de empresas, ya que se remarca la importancia del enfoque social de la empresa como fuente de reputación y de ventajas frente a sus competidores.

En cuanto a nuestro segundo objetivo, el análisis del impacto del contexto cultural en la relación entre la responsabilidad social y la reputación corporativa, los resultados previstos pueden proporcionar ciertas pautas de comportamiento a las empresas que operen en países en determinados contextos culturales. El conocimiento del grado y el signo de la influencia de las características del contexto cultural, favorecerá la efectividad de las políticas de responsabilidad social de la empresa como fuente de reputación corporativa, es decir, es posible que ajustando dichas políticas a las preferencias sociales se obtenga una mejor reputación corporativa lo que puede dar lugar al alcance de otras ventajas. Además este efecto parece muy relevante para aquellas empresas que operen en múltiples mercados, a la hora tanto de la entrada en el mercado, como de su posicionamiento, como de la asignación de recursos para sus políticas de responsabilidad social corporativa

REFERENCIAS

[1] Fombrun, C. J. (2002). Corporate reputation: research and practice. Conversazione. April, Santa Fe, NM.

[2] Wartick, S. L. (1992). The relationship between intense media exposure and change in corporate reputation. Business & Society, 31(1), pp. 33-49.

[3] Hall, R. (1992). The strategic analysis of intangible resources. Strategic management journal, 13(2), pp. 135-144

[4] Hall, R. (1993). A framework linking intangible resources and capabilities to sustainable competitive advantage. Strategic management journal, 14(8), pp. 607-618.

[5] Caminiti, S. (1992). The payoff from a good reputation. Fortune, 125(3), pp. 74-77.

[6] Fombrun, C. J. (1996). Reputation: Realizing value from the corporate image (Vol. 72). Boston, MA: Harvard Business School Press.

[7] Dowling, G. (2006). How good corporate reputations create corporate value. Corporate Reputation Review, 9(2), pp. 134-143.

[8] Gatti, L., Caruana, A., y 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.

[9] Keh, H. T., &y Xie, Y. (2009). Corporate reputation and customer behavioral intentions: The roles of trust, identification and commitment. Industrial Marketing Management, 38(7), pp. 732-742.

[10] Fombrun, C. J., y Van Riel, C. B. (2004). Fame & fortune: How successful companies build winning reputations. FT Press.

[11] Milgrom, P., y Roberts, J. (1986). Relying on the information of interested parties. The RAND Journal of Economics, pp. 18-32.

[12] Roberts, P. W., y Dowling, G. R. (2002). Corporate reputation and sustained superior financial performance. Strategic management journal, 23(12), pp. 1077-1093.

[13] de Quevedo Puente, E., García, J. B. D., & Juan, M. (2011). Financial impacts of corporate reputation. In Reputation Management (pp. 163-178). Springer Berlin Heidelberg.

[14] Fombrun, C. J. y M. Shanley (1990). 'What's in a name? Reputation building and corporate strategy', Academy of Management Journal, 33, pp. 233–258.

[15] Brammer, S. J., y Pavelin, S. (2006). Corporate reputation and social performance: The importance of fit. Journal of Management Studies, 43(3), pp. 435-455.

[16] Delgado-García, J. B., Quevedo-Puente, D., La Fuente-Sabaté, D., y Manuel, J. (2010). The impact of ownership structure on corporate reputation: Evidence from Spain. Corporate Governance: An International Review, 18(6), pp. 540-556.

[17] Surroca, J., Tribó, J. A., y Waddock, S. (2010). Corporate responsibility and financial performance: The role of intangible resources. Strategic Management Journal, 31(5), pp. 463-490.

[18] Ali, R., Lynch, R., Melewar, T. C., y Jin, Z. (2015). The moderating influences on the relationship of corporate reputation with its antecedents and consequences: A meta-analytic review. Journal of Business Research, 68(5), pp. 1105-1117.

[19] Carroll, A. B. (1979). A three-dimensional conceptual model of corporate performance. Academy of management review, 4(4), pp. 497-505.

[20] Maignan, I. (2001). Consumers' perceptions of corporate social responsibilities: A cross-cultural comparison. Journal of business ethics, 30(1), 57-72.

[21] Wartick, S. L., y Cochran, P. L. (1985). The evolution of the corporate social performance model. Academy of management review, 10(4), pp. 758-769.

[22] Freeman, R.E. (1984). Strategic management: A stakeholder approach. (Pitman: Boston,

[23] Wood, D. J., y Jones, R. E. (1995). Stakeholder mismatching: A theoretical problem in empirical research on corporate social performance. The International Journal of Organizational Analysis, 3(3), pp. 229-267.

[24] Clarkson, M. E. (1995). A stakeholder framework for analyzing and evaluating corporate social performance. Academy of management review, 20(1), pp. 92-117.

[25] Qian, Z. S., Chai, L. J., Huang, Y. Y., Tang, C., Shen, J. J., Chen, J. R., & Feng, H. (2015). A real-time fluorescent assay for the detection of alkaline phospha-

tase activity based on carbon quantum dots. Biosensors and Bioelectronics, 68, pp. 675-680.

[26] Barnett, M. L. (2007). Stakeholder influence capacity and the variability of financial returns to corporate social responsibility. Academy of Management Review, 32(3), pp. 794-816.

[27] Handelman, J. M., y Arnold, S. J. (1999). The role of marketing actions with a social dimension: Appeals to the institutional environment. the Journal of Marketing, pp. 33-48.

[28] Maignan, I., y Ralston, D. A. (2002). Corporate social responsibility in Europe and the US: Insights from businesses' self-presentations. Journal of International Business Studies, 33(3), pp. 497-514.

[29] Lai, C. S., Chiu, C. J., Yang, C. F., & Pai, D. C. (2010). The effects of corporate social responsibility on brand performance: The mediating effect of industrial brand equity and corporate reputation. Journal of business ethics,95(3), pp. 457-469

[30] Arikan, E., Kantur, D., Maden, C., y Telci, E. E. (2016). Investigating the mediating role of corporate reputation on the relationship between corporate social responsibility and multiple stakeholder outcomes. Quality & Quantity,50(1), pp. 129-149.

[31] McWilliams, A., Siegel, D. S., y Wright, P. M. (2006). Corporate social responsibility: Strategic implications*. Journal of management studies, 43(1), pp. 1-18.

[32] Adams, C. A., Hill, W. Y., y Roberts, C. B. (1998). Corporate social reporting practices in Western Europe: legitimating corporate behaviour?. The British accounting review, 30(1), pp. 1-21.

[33] Esrock, S. L., y Leichty, G. B. (1998). Social responsibility and corporate web pages: self-presentation or agenda-setting?. Public relations review, 24(3), pp. 305-319.

[34] 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.

[35] Triandis, H. C. (1996). The psychological measurement of cultural syndromes. American psychologist, 51(4), pp. 407.

[36] Goodenough, W. H. (1994). Toward a working theory of culture. Assessing cultural anthropology, pp. 262-273.

[37] De Mooij, M., y Hofstede, G. (2010). The Hofstede model: Applications to global branding and advertising strategy and research. International Journal of Advertising, 29(1), 85-110.

[38] Donthu, N., y Yoo, B. (1998). Cultural influences on service quality expectations. Journal of service research, 1(2), pp. 178-186.

[39] Dickson, P. H., Weaver, K. M., y Hoy, F. (2006). Opportunism in the R&D alliances of SMES: The roles of the institutional environment and SME size. Journal of Business Venturing, 21(4), pp. 487-513.

[40] Lodge, G. C. (1990). Comparative business-government relations. Prentice Hall.

[41] Katz, J. P., Swanson, D. L., y Nelson, L. K. (2001). Culture-based expectations of corporate citizenship: A propositional framework and comparison of four cultures. The International Journal of Organizational Analysis, 9(2), pp. 149-171.

[42] Hofstede, G. (1980). Culture and organizations. International Studies of Management & Organization, 10(4), pp. 15-41.

[43] Hofstede, G. (1984). Cultural dimensions in management and planning. Asia Pacific journal of management, 1(2), pp. 81-99.

[44] Hofstede, G., y Hofstede, G. J. (2005). Organisationer och kulturer (p. 417). Studentlitteratur.

[45] Roth, M. S. (1995). The effects of culture and socioeconomics on the performance of global brand image strategies. Journal of Marketing Research, pp. 163-175.

[46] Inkeles, A. (1960). Industrial man: The relation of status to experience, perception, and value. American Journal of Sociology, pp. 1-31.

[47] Parsons, T., y Shils, E. A. (1951). Values, motives, and systems of action.Toward a general theory of action, 33, pp. 247-275.

[48] Reisman, D., Glazer, N., y Denney, R. (1953). The Lonely Crowd: A Study of the Changing American Character: Abridged by the Authors. Doubleday and Company.

[49] Hofstede, G., Hofstede, G. J., & Minkov, M. (1991). Cultures and organizations: Software of the mind (Vol. 2). London: McGraw-Hill.

[50] Friedman, M. (1970). The social responsibility of business is to increase its profits. New York, pp. 122-124.

[51] Griffin, J.J. y Mahon, J.F. (1997) 'The corporate social performance and financial performance debate: twenty five years of incomparable research', Business and Society, 361, pp. 5-31

[52] Kirkman, B. L., Lowe, K. B., & Gibson, C. B. (2006). A quarter century of culture's consequences: A review of empirical research incorporating Hofstede's cultural values framework. Journal of international business studies,37(3), pp. 285-320.

[53] Oyserman, D., Coon, H. M., y Kemmelmeier, M. (2002). Rethinking individualism and collectivism: evaluation of theoretical assumptions and meta-analyses. Psychological bulletin, 128(1), pp. 3.

TERCERA SESIÓN

Mónica Milena Gallego López

El arpa de pedales. La evolución de un instrumento

Jesús Alberto San Martín Zapatero

La narración oral arqueológico experimental como herramienta de transmisión de conocimientos sobre evolución humana al público escolar

Mª Eugenia Sanz Aniceto

Perpetuación de los estereotipos de género: análisis de la programación televisiva

Paula Illera Miguel

Contenidos mediáticos en función del género: de la prensa segregada a los canales de televisión especializados

La mediatización de lo femenino en la prensa masculina: el caso de Telva y Esquire

Mª Isabel Muñoz Fernández

Programas educativos sobre alimentación saludable llevados a cabo en los textos de lengua inglesa (Educación Primaria)

EL ARPA DE PEDALES. EVOLUCION DE UN INSTRUMENTO

Mónica Gallego López
Doctorando en Educación

RESUMEN

La presente contribución, que se enmarca en un más amplio proyecto de investigación doctoral, expone los resultados de la estadía de investigación llevada a cabo en la fábrica de arpas Salvi y el Museo Dell' Arpa Victor Salvi en Piasco, Italia. El trabajo está basado en cuarenta y cinco arpas exhibidas en el museo, más otras más que forman parte de la colección de arpas antiguas; y en el desarrollo y evolución del arpa de pedales desde comienzos del siglo XIX hasta nuestros días.

Palabras clave: Arpa, Innovación, tecnología, música, proyecto.

THE PEDAL HARP. EVOLUTION OF AN INSTRUMENT

Abstract: This contribution is part of a broader doctoral research project, it presents the results of the research stay held in the Salvi Factory and the Museo Dell' Arpa Victor Salvi in Piasco, Italy. The work is based on forty-five harps exhibited in the museum plus others that are part of the collection of Antique Harps and the development and evolution of pedal harp since the early nineteenth century to the present day.

Keywords: harp, innovation, technology, music, Project.

1. INTRODUCCIÓN

Hablar del arpa de pedales, es remontarnos al instrumento de cuerda pulsada que a través de los tiempos ha ido evolucionado; desde la antigüedad hasta la época en donde tuvo su máximo desarrollo de manos de Sebastián Erard, en el año de 1811. Este gran luthier perfeccionó el sistema de pedales, el cual le permitió al instrumento un avance musical definitivo, dándole de esta manera, un mayor protagonismo en la era de la modernidad.

El objetivo principal de nuestra estancia de investigación ha sido el de ahondar en el desarrollo y evolución de este instrumento desde la época de la modernidad que da lugar al sistema de pedales, hasta nuestros días, en donde el gran avance tecnológico e industrial ha permitido una mayor evolución del instrumento. De igual manera, queremos dar respuesta a nuestros cuestionamientos como músicos e intérpretes sobre una de las principales inquietudes hacia el instrumento, como lo es, la calidad sonora del arpa y la proyección del sonido.

La fábrica de arpas SALVI quien viene realizando una labor de construcción del instrumento desde los años cincuenta, nos ha dado la oportunidad de tener un

acercamiento a los espacios que día tras día siguen forjando el espíritu musical de las cuarenta y siete cuerdas de este maravilloso instrumento.

Es así, como en nuestra movilidad y de manos de el equipo de investigación de la Salvi, hemos aprendido otros aspectos relevantes sobre los avances del arpa de pedales; instrumento que hoy día se sigue perfeccionando gracias al desarrollo tecnológico.

2. DESARROLLO Y EVOLUCIÓN DEL INSTRUMENTO.

Uno de los principales avances tecnológicos es el uso de las máquinas de control numérico, las cuales permiten el diseño de todas las arpas. El primer paso es manual, en donde se realiza la réplica del instrumento deseado, pasando después al proceso de las máquinas, las cuales construyen el diseño con el uso del computador y lo reproducen. En cuanto al desarrollo acústico y estructural del arpa, nos hemos dado cuenta de que ha sido y continúa siendo, día tras día, un punto de investigación importante; permitiendo de esta manera una mayor evolución del instrumento.

3. METODOLOGÍA Y RESULTADOS

De estos y otros aspectos importantes, que forman parte en la construcción de este instrumento, citamos a continuación los que nos parecen más importantes y los cuales consideramos, le han brindado al instrumento un mayor desarrollo y avance musical:

- Realización de un cálculo estructural de la tensión de las cuerdas
- El diseño hecho por las maquinas permite hacer una investigación de las maderas utilizadas, posibilitando así, una mayor calidad del instrumento
- La tabla armónica es construida con base en la investigación científica del diseño del instrumento, de la madera utilizada y lo más importante: se tiene en cuenta siempre el punto de vista del instrumentista, se piensa en la necesidad del intérprete –en lo que el músico necesita-
- La caja armónica, la cual en un principio tenía el ajuste hecho completamente a mano –resultando seguramente muy complejo-; hoy día ha evolucionado gracias al uso de la tecnología, la cual permite realizar el ajustamiento a maquina, obteniendo así, un diseño perfecto en la estructura del arpa.

Características importantes de las arpas actuales:

- Resiste mejor la rigidez, ya que la tabla es más elástica.
- La caja armónica es 44 por ciento más ligera que las producidas anteriormente.
- La tapa armónica es más sutil y se rompe menos que las antes producidas.
- Mayor proyección de sonido

El trabajo que el equipo investigador de la Salvi realiza es de gran importancia para la evolución del instrumento. Se han tomado por ejemplo, cuatro o cinco prototipos en donde se analiza paso a paso cada procedimiento en la construcción de este instrumento, dando como resultado lo siguiente:

- La estructura se puede calcular, más el sonido no

- El trabajo de la mano con el arpista es importante para saber cuál es el mejor sonido que se puede obtener usando la tecnología
- La nueva tecnología se aplica a todas las arpas de pedales y no pedal
- Las nuevas creaciones están patentadas y protegidas en todos los países donde hay producción de arpa.
- El modelo inicial de perfección de la investigación del avance de las arpas es igual para todas las arpas
- Se tiene en cuenta el espesor y dimensión de la tabla
- La caja en el proceso productivo se caracteriza por ser monostadio, ganando más rigidez y resistencia al hacerse en un solo estadio

En lo referente al avance del sonido, el equipo se basa siempre en la opinión del músico respecto a la del investigador. Dentro de los procesos de investigación que se han realizado, podemos citar el trabajo en conjunto realizado con arpistas de reconocida trayectoria, los cuales fueron invitados a probar diferentes prototipos de arpas. Los intérpretes, sin saber que tipo de arpa estaban tocando –probando alrededor de cinco arpas-, miraban las diferencias en el volumen, la duración, el timbre y la respuesta de las cuerdas. Todo esto octava por octava (total octavas del arpa: seis octavas y media). Se hizo también una descripción final por parte de los arpistas sobre la experiencia realizada sin saber el tipo de arpa que se tocaba. Este trabajo investigativo llevó a corroborar la preferencia sobre la patente nueva - 90 por ciento de los arpistas - con relación a la vieja.

Todas estas características que son analizadas y siempre están presentes en el trabajo del equipo de investigación de la Salvi, son elementos de gran importancia que hoy día permiten resolver las inquietudes presentes hacia el avance de un mejor instrumento y en especial dar respuesta a las hipótesis de cómo tener un instrumento con una mejor proyección de sonido, asunto este relevante para los intérpretes del instrumento. De esta manera, la Salvi trabaja cada día en la resolución de la proyección del sonido y gracias a sus innovaciones e investigaciones se preocupa por brindar un instrumento de calidad.

En cuanto a la experiencia personal con el equipo de investigación de la Salvi y como intérprete del arpa, la oportunidad de tocar diferentes arpas acústicas y electro-acústicas nos permite corroborar nuestros planteamientos sonoros sobre el instrumento: proyección y calidad del sonido, tensión y calidad de las cuerdas; obteniendo así, experiencias satisfactorias en referencia a los nuevos modelos de arpas producidos en la fábrica. De igual manera, la interacción con el personal nos permite compartir diferentes puntos de vista sobre la construcción, patentes actuales, materiales utilizados, características y preferencia del instrumento. (ver anexo)

4. CONCLUSIÓN

Podemos decir que el trabajo de investigación liderado por el equipo de la Salvi, se convierte en pilar para el desarrollo y avance del instrumento. En primer lugar, la existencia de dos patentes: la primera sobre la construcción monostadio de la caja armónica y la segunda sobre la tapa armónica, -nos atrevemos a decir- la ponen a la vanguardia de las fábricas de arpas existentes en el mundo. De igual manera, las maderas utilizadas, que son de alta calidad permiten que la caja de resonancia tenga

cualidades importantes para una mejor proyección del sonido. Se construyen tapas y cajas armónicas ligeras y delgadas con exquisita resonancia y lo suficientemente rígidas para que puedan resistir la tensión de las cuerdas y la deformación con el paso del tiempo. En segundo lugar, es la única fábrica que a nivel mundial posee un museo del arpa, el cual brinda al público la oportunidad de conocer y disfrutar este majestuoso instrumento. La experiencia personal obtenida es muy importante para nuestro trabajo de investigación doctoral ya que nos permite corroborar aspectos cuestionados e investigados desde el punto de vista musical e interpretativo, respecto al avance y desarrollo del instrumento.

REFERENCIAS

Museo dell'Arpa Victor Salvi. (2014). L'Evoluzione Dell'Arpa. Le origini, Sébastien Erard, Victor Salvi.

Catálogo de Arpas Salvi

Entrevistas

Anexo: Entrevista con el equipo de investigación de la Salvi

- Cómo es el proceso inicial en la construcción de un arpa Salvi?

  R/: Para la fase de la tabla, se hace la selección de hojas de madera muy fina para llegar al esqueleto con costillas -la base principal-, después la caja molde estará lista para recibir la tapa.

- Qué tipo de maderas se utilizan?

  R/: Arce de Norteamérica cortado en láminas muy finas, arce y haya para las costillas del esqueleto, haya para refuerzos internos y externos, pino abeto en la tapa armónica; que tiene característica de poner fuerza en las vigas en la construcción de una casa y en el arpa a nivel horizontal las vetas. Las varillas de armonía. Se trabajan las arpas más finas en madera.

- Cómo lograr mejor vibración armónica?

  R/: La tapa nueva tiene mejor vibración con menos peso

- Usan tecnología ecológica?

  R/: Se usa barniz al agua teniendo en cuanta la ley europea para el mejoramiento del medio ambiente. Es muy fino, con menos residuo.

- Afecta esta fase de construcción el sonido del instrumento?

  R/: Esta fase final no afecta el sonido. Se usa goma laca muy sutil en la parte interna.

- Cuál es el proceso final del instrumento?

  R/: La parte de decoración y acabado de las partes es hecho a mano en laminilla de oro. En la parte artística se usa tecnología para el diseño pero todo el acabado es hecho a mano por artistas locales.

- Qué avances tecnológicos han tenido?

  R/: Los clavijeros son elaborados a maquina, controlados por ordenador. Hay precisión absoluta.

- La Salvi tiene patentes? Cómo surgen estas patentes?

  R/: Tiene dos patentes. Surgen de la necesidad de tener un esqueleto estable y ante la pregunta del fundador Victor Salvi al equipo de investigación: Qué puedo hacer para que el arpa no se desafine?
- Existen otras patentes sobre el arpa?

  R/: Hoy día existen otras patentes pequeñas de avance del arpa en el mundo, pero la de mayor avance a nivel estructural del instrumento es de la Salvi.
- En qué consiste la construcción monostadio?

  R/: Es una técnica de construcción, con fase única de producción. Y podemos resumirla de la siguiente manera: Si los pilares de un puente no están bien el puente se cae. El reto principal es contrastar los 1200 kilos de tensión en un arpa.
- Qué cambios se han realizado en cuánto al material utilizado?

  R/: Se ha aumentado la rigidez de la estructura manteniendo la madera desde el principio usada durante todos los tiempos. El objetivo es no cambiar el material original de la madera usada, pero se están haciendo estudios para ir adaptando nuevos materiales, posiblemente en la columna.
- Y en cuanto al peso de la columna?

  R/: El peso de la columna varía dependiendo del leño. (7 a 8 kg) No ha cambiado mucho en el peso con relación a las anteriores.
- Se están realizando estudios para la utilización de nuevos materiales?

  R/: Se están considerando estudios para hacer columna de carbono.
- Y en cuánto al problema de deformación que suele presentar la madera en la tabla armónica?

  R/: Se están haciendo estudios para reforzar la parte interna de la construcción del arpa. Si la tabla es muy rígida no suena. Hoy día es controlada, pues es la naturaleza de la madera que se deforme un poco
- Qué diferencias hay entre las arpas producidas antes y las actuales?

  R/: La casa vieja se caracteriza por sonido redondo con un poco de falta de proyección de sonido
- Cuál es el arpa preferida por los arpistas?

  R/: La Iris y la Minerva doradas, son el Top de la marca.
- Cuál es la de mayor proyección de sonido en orquesta?

  R/: Iris actualmente.
- Qué otra arpa es preferida?

  R/: El arpa Dafne, brinda variación en tamaño y sonido.
- Ofrece la Salvi un arpa con diseño electrónico?

  R/: El arpa Rainbow. Es electro-acústica. Posee un acabado con barniz iridiscente, cambia el tono depende del sitio donde se mire.

Figura 1. Arpas Alta Gama – Salvi (Modelos Iris y Minerva Dorada y Natural)

Figuras 2 y 3. Arpa Electro-Acústica Salvi (Fotos: Mónica Gallego)

LA NARRACIÓN ORAL *ARQUEOLÓGICO EXPERIMENTAL* COMO HERRAMIENTA DE TRANSMISIÓN DE CONOCIMIENTOS SOBRE EVOLUCIÓN HUMANA A PÚBLICO ESCOLAR

Jesús Alberto San Martín Zapatero

1. INTRODUCCIÓN

Históricamente los cuentos, como productos culturales, han sido una excelente herramienta comunicativa y literaria con una increíble versatilidad para atender las más variadas necesidades didácticas y pedagógicas. Muchas de sus funciones vamos a emplearlas en el aprendizaje de la Prehistoria y la Evolución Humana en Atapuerca.

La narración oral posee una gran fuerza comunicacional y permite, además, licencias o registros artísticos, lo que le dota aun de mayor efecto comunicativo. La mente humana es simbólica como muy claramente se desprende de las conclusiones de muchos trabajos científicos desarrollados en Atapuerca y otros yacimientos. En ese camino evolutivo nuestro cerebro ha llegado a un grado de complejidad muy elevado. Podemos reconocer sentimientos propios y ajenos y más o menos habilidad para manejarlos. El cuento proporciona símbolos, arquetipos y personajes que ayudan a movilizar emociones. Y las emociones son un factor clave en el éxito o fracaso del proceso de aprendizaje.

En muchos de los casos los hallazgos paleontológicos en la Sierra de Atapuerca necesitan ser explicados y acercados a los niveles competenciales del público escolar en sus principales etapas educativas. "Decodificar" el lenguaje científico es una tarea primordial para hacer accesibles los avances científicos al mayor espectro posible de personas.

El cuento como narración más o menos breve será el recurso que acerque los conocimientos de Evolución Humana y Prehistoria al público escolar y en general infantil y familiar. El cuento es una narración de una historia, con un número reducido de personajes, con uno o varios conflictos y con un desenlace. El desenlace en la Narración Oral Arqueológico Experimental es un desenlace sujeto a cambios debido a la participación en escena de niños y niñas que van siendo elegidos al azar o invitados a escena y que encarnarán a los personajes del cuento.

La participación de niños y niñas en escena puede llevar el desenlace del cuento en una u otra dirección. Pero lo interesante desde el punto de vista no sólo didáctico, sino también educativo es que los niños y niñas implicados se ven estimulados a elaborar una narrativa más o menos coherente con la historia hasta el momento contada. A poner en marcha reflexiones nacidas de una experiencia y moral propias.

La propuesta es crear un relato o historia que nos ayude a entender nuestra existencia como el resultado de un proceso evolutivo. Donde el pasado nos ayude a interpretar el presente y el presente nos lance hacia imágenes de futuro.

2. LA INCORPORACIÓN DE LA ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL EN EL JUEGO ESCÉNICO

Los niños y niñas son disfrazados con pieles y atuendos de la Prehistoria. Tocan los objetos, intiman con ellos, los observan. El factor escénico en el acto de contar es muy importante porque nos permite el uso de recursos variados. Las niñas y niños no solo escuchan al narrador sino también, a través de esta estrategia didáctica, observan técnicas y procedimientos relacionados con la arqueología experimental.

La arqueología experimental permite la simulación, fabricación y recreación de usos y técnicas del pasado. Posee por ello, una gran capacidad para asombrar. Incorporado a escena significa poder captar poderosamente la atención del público infantil. En escena, el cuentero o narrador se apoya en recursos tales como núcleos de cuarcita, percutores, piritas, yescas, palos, huesos, pigmentos, etc. El público infantil escucha la historia al mismo tiempo que observa cómo se hace fuego, cómo se talla un núcleo de sílex o cuarcita o cómo se fabrica una flecha. Todos estos elementos procedimentales con la categoría didáctica de contenidos están incluidos en el guion del cuento y no quedan al albor de la improvisación.

Por lo tanto la *Narración Oral Arqueológico Experimental* se presenta como una estrategia didáctica y comunicacional que permite el entretenimiento, el aprendizaje y de manera decisiva la empatía del espectador con el hecho histórico y sus personajes. Esto quiere decir que la acción en escena que permite la arqueología experimental lleva al movimiento, a la acción, a la destreza. Etimológicamente emoción significa movimiento hacia *e-movere.* Es decir, que entre las funciones que a continuación se especifican, la terapeútica, la emocional será de gran trascendencia para el aprendizaje.

Incorporar en escena la realización de fuego por percusión, por ejemplo, con las dificultades que ello entraña: el ritmo de golpeo del eslabón en la lasca de sílex, el tiempo que se demora en prender la yesca, la fabricación del nido que albergará el ascua, etc, generan en el espectador expectación. El fin que se persigue es precisamente crear lazos emocionales con el personaje que se ve obligado a hacer fuego, empatizar con las formas de vida de la prehistoria, con sus dificultades pero también con sus ventajas. En todo caso, estimulamos en el espectador infantil procesos cognitivos complejos.

3. PROCESOS COGNITIVOS EN LA NARRACIÓN ORAL ARQUEOLÓGICO EXPERIMENTAL

La Narración Oral Arqueológico Experimental como herramienta multidisciplinar pone en marcha en niños y niñas el uso del lenguaje, en ocasiones con el empleo de terminología propia de la arqueología. Es decir, estimula habilidades lingüísticas, lo que se conoce como la inteligencia del orador. La palabra posibilita la resolución de problemas implicando al pensamiento abstracto.

Analizar, reflexionar, la utilización de representaciones simbólicas (por ejemplo en la fabricación de pigmentos para pintarnos y sus significados), formar conceptos, elaborar juicios, razonamientos y llegar a conclusiones son algunos de los procesos cognitivos complejos que se ponen en marcha en la Narración Oral Arqueológico Experimental.

4. EL NARRADOR O NARRADORA

¿Cuál es el papel del narrador? El narrador proporciona información sobre lo que se cuenta, sobre la historia. El narrador presenta a los personajes, sus fortalezas, sus debilidades.

Generalmente cuenta en tercera persona. Cuando es así el narrador tiene un campo de visión muy grande. Ello le permite salir y entrar de la mente del personaje o personajes, permite emitir juicios, reflexiones, conclusiones. Pero también desde fuera el narrador puede aportar conocimientos objetivos, técnicos, científicos sobre la Prehistoria. Es desde ahí desde donde se permite la inclusión escénica de la Arqueología Experimental.

Roles que desempeña el narrador:

Narrador omniscente (que todo lo sabe), en tercera persona. El narrador omnisciente es aquel cuyo conocimiento de los hechos es total y absoluto. Sabe lo que piensan y sienten los personajes: sus sentimientos, sensaciones, intenciones, planes. Y lo más importante, sus emociones.

Narrador protagonista, en primera persona El narrador es también el protagonista de la historia (autobiografía real o ficticia). En este juego de pasar de la primera persona a la segunda busco la empatía histórica. El juego con el espectador, el diálogo, la complicidad o el reto.

El narrador habla en segunda persona. Cuando se dirige al público, cuando le habla directamente, le pregunta, le reta, le propone dudas

5. FUNCIONES DE LA NARRACIÓN ORAL ARQUEOLÓGICO EXPERIMENTAL

Función Comunicativa: el cuento o relato breve en tanto que se refiere a acontecimientos o sucesos que implican acciones, agentes, espacios y cronologías, mediante el manejo, la organización y jerarquización de los mismos comunica algo que puede ser conocimiento, experiencia, valores y contenidos curriculares.

Función Organizativa: el cuento, al referirse a sucesos, los jerarquiza. Todas las cuestiones relacionadas con el espacio temporal, la simultaneidad o sucesión de acontecimientos, presentan una dificultad de comprensión para el alumnado de las etapas de Primaria y Secundaria. Podemos enseñar aspectos relacionados con la vida cotidiana de las sociedades cazadoras-recolectoras heidelbergensis en Atapuerca, por poner un ejemplo, por medio del cuento, lo que nos permite presentar una visión organizada de los acontecimientos (cuándo vivieron, cuándo se extinguieron, quiénes vinieron después, etc). En resumen, Atacuenta proporciona una auténtica cosmovisión sobre Atapuerca.

Función de divertimento o placer: la oralidad tiene un fuerte nexo de unión con el placer causado. Por ejemplo, el cuento nos permite relacionar aspectos y sucesos del pasado con los del presente, generando situaciones de humor.

Función divulgativa: El cuento es un recurso propagandístico de primer orden. Es un recurso-embajador. El cuento tiene mucha fuerza oral y escénica para resaltar aquello de lo que queramos hacer propaganda: Atacuenta es embajador de Atapuerca.

Función didáctica: La narración de historias fue siempre una técnica de transmisión de conocimientos y sabidurías. En las sociedades de oralidad primaria, los poetas o los cuenteros de la tribu eran conscientes del valor didáctico del cuento. Hoy día, este recurso dentro del aula conduce a la reflexión, a la motivación, a la eliminación de prejuicios, y cómo no a la adquisición de conocimientos.

Función de transmisión de experiencia: una de las funciones fundamentales de la narración oral es la transmisión de experiencia. Durante la narración empleamos objetos y utensilios propios de la arqueología experimental que ayudan a dar fuerza escénica al cuento. La narración invita al oyente a participar y a manejar estos utensilios convirtiendo la actividad en una experiencia. Cubrirse de pieles, hacer fuego o extraer lascas golpeando un núcleo de cuarcita son algunas de las representaciones escénicas en las que se interactúa con el alumnado proporcionándole una auténtica experiencia.

Función terapéutica: comprobada la funcionalidad de diversas expresiones artísticas para el desarrollo emocional, afectivo, social y cognoscitivo del ser humano, la narración de cuentos también ha permitido para muchos especialistas médicos, psicólogos o docentes de educación especial mejorar la comunicación con su paciente. Este proyecto educativo mejora y facilita la comprensión de los conocimientos sobre los yacimientos de Atapuerca ampliando los destinatarios a grupos de escolares con distintos grados de discapacidad.

Función de recuperación de la memoria histórica: la tradición oral, como expresión de la oralidad, solo tiene sentido en su contexto, en su espacio físico y social. En el caso que nos ocupa, la Sierra de Atapuerca, debe tenerse en cuenta que este entorno ha generado todo un corpus de historias y leyendas sobre la Sierra y sus cuevas. Este proyecto tiene vocación de recuperador de todas estas historias de entre los más mayores de los pueblos de la Sierra para salvaguardar todo ese patrimonio oral y utilizarlo en esta propuesta didáctica. Nuestros mayores nos han legado una herencia cultural expresión del imaginario colectivo y nuestro deber es salvaguardarlo.

6. VINCULACIÓN CON EL CURRÍCULO A TRAVÉS DE LAS COMPETENCIAS BÁSICAS

Las Competencias Básicas son un elemento importante del currículo, incorporado por la Ley Orgánica de Educación (LOE) a propuesta de la Unión Europea y modificadas en la actual LOMCE. Son un conjunto de habilidades cognitivas, procedimentales y actitudinales que pueden y deben ser alcanzadas a lo largo de la enseñanza obligatoria por todo el alumnado. La Narración Oral Arqueológico Experimental cumple con uno de los más importantes requisitos de la enseñanza reglada, incorporar el trabajo por Competencias Básicas, y de este modo, servir como herramienta y complemento del aula.

El Proyecto DESECO (Definition and Selection of Competencies) define Competencia: "La competencia es la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de manera adecuada. Supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento social que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz". A través de la narración y de los cuentos sobre nuestros ancestros en Atapuerca trabajamos en el alumnado, con ayuda de los recursos citados más arriba, habilidades, conocimientos, destrezas, emociones, en un contexto

de alta motivación, factor este último importantísimo ya que es el gran caballo de batalla del profesorado en el aula. La versatilidad del recurso de la oralidad escénica nos permite satisfacer con los niños y las niñas las ocho Competencias Básicas: competencia en comunicación lingüística, competencia matemática, competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico, tratamiento de la información y competencia digital, competencia social y ciudadana, competencia cultural y artística, competencia para aprender a aprender y autonomía e iniciativa personal.

REFERENCIAS

Barthes, Roland (1977). Introducción al análisis estructural del relato. Buenos Aires, Centro Editor de América Latina.

Bremond, Claude (1970). La lógica de los posibles narrativos. Buenos Aires, Tiempo Contemporáneo.

Bocardo, Enrique (2000). La experiencia humana como narración. Sevilla, Cuadernos sobre Vico.

Bruner, Jerome (2009). Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva. Madrid, Alianza Editorial.

Cyrulnik, Boris (2002). Los patitos feos. La resiliencia: una infancia infeliz no determina la vida. Barcelona, Gedisa

PERPETUACIÓN DE LOS ESTEREOTIPOS DE GÉNERO: ANÁLISIS DE LA PROGRAMACIÓN TELEVISIVA

María Eugenia Sanz Aniceto
Universidad de Burgos

RESUMEN

Al igual que el resto de medios de comunicación, la televisión ejerce un influyente papel como agente de socialización, ya que a través de los modelos de conducta presentados por medio de las imágenes que vemos modelamos nuestras actitudes, creencias, valores y comportamientos. Consideramos aquello que contemplamos como lo adecuado y correcto, asimilándolo e incluyéndolo en nuestro repertorio conductual. Tampoco podemos ignorar que la información que recibimos a través de cualquier medio de masas no es neutra, sino que está impregnada de ciertas informaciones, valores y datos que en la práctica conllevan connotaciones positivas o negativas.

Cada uno de los casi treinta canales de televisión en abierto disponibles en la actualidad tiene inevitablemente definida una tendencia política, una tipología concreta de programas y un público objetivo. Hoy en día el consumo medio de televisión por persona sigue siendo muy elevado, superando las tres horas y media diarias.

Uno de los canales televisivos actuales que inició su puesta en marcha en abril de 2015 es DKISS. Según las notificaciones realizadas a través de los diferentes medios de comunicación antes de comenzar a emitir, sería un canal dedicado preferentemente a mujeres incluidas en una franja de edad de entre 24- 45 años, definidas por la propia cadena como "reales y sin prejuicios".

Al analizar la programación de una semana completa de octubre de 2016, observamos que en la parrilla actual existen veintiocho programas diferentes cuya temática principal está centrada en tres grandes ejes como son: el aspecto físico y la belleza, cuestiones relacionadas con el hogar (limpieza, decoración o contenidos relacionados con la preparación de alimentos), y por último matrimonio y familia (prioritariamente centrado en aspectos vinculados a preparaciones de enlaces matrimoniales y a la gestación). Estas tres grandes temáticas ocupan en pantalla más de un 85% de toda la programación semanal de la cadena.

El aumento de la saliencia e importancia de unos temas sobre otros condiciona el hecho de que, lejos de fomentar una representación más realista e igualitaria, esta cadena de televisión sustenta y perpetúa en la actualidad estereotipos tradicionalmente atribuidos a las mujeres. Esta imagen que se trasmite de las mujeres, inducida por una ausencia real de neutralidad, supedita la imagen de la mujer proyectándola como una mera comparsa ante futuros acontecimientos vitales. Ante estas repetidas exposiciones, la percepción de los sujetos acerca de cómo deben ser y actuar las mujeres se

ampara en sesgos que son asumidos como verdades absolutas, difícilmente cuestionables, que complican la gestión de la igualdad.

Diferentes investigaciones han demostrado que los estereotipos pueden influir, incluso cuando no son previamente aprobados por los sujetos, de manera inconsciente y la activación automática que se deriva de la exposición a los mismos puede afectar significativamente en el afecto, la motivación, la cognición y la conducta de los mismos. Los estereotipos de género, poseen características que influyen directamente en la discriminación ya que, además del carácter descriptivo, el prescriptivo posee un mayor impacto que en otro tipo de estereotipos.

Palabras clave: Estereotipo, género, medios de comunicación, televisión.

1. CONCEPTUALIZACIÓN

1.1. Estereotipos

El concepto de estereotipo fue inicialmente propuesto por Lippmann (1922, p. 3) [1], quien los definió como "imágenes en nuestra cabeza". Aunque dada la complejidad para poder dar una definición concreta del concepto numerosos autores han propuesto, en base a sus diversas líneas teóricas, su propia conceptualización, destacando entre otras las sugeridas por Allport (1954, p. 191) [2] "creencia exagerada asociada a una categoría", Ashmore y Del Boca (1979, p. 22) [3], "serie de creencias sobre los atributos personales de un grupo de personas", Stephan (1985, p. 600) [4], "conjunto de características atribuidas a grupos sociales", Huici (1999, p. 88) [5] "creencias que versan sobre grupos y a su vez se crean y comparten en y entre los grupos dentro de una cultura".

Esta variedad de conceptualizaciones planteadas ha desembocado en la propuesta de clasificación de todas ellas en base a dos dimensiones, la primera referida a aquellas que enfatizan la forma del pensamiento y que las dividen entre normal o erróneo, entendida esta última como diferente de la realidad. Y una segunda dimensión que pone el énfasis en el tipo de creencia, pudiendo ser ésta consensuada o sólo mantenida a nivel individual (Huici, 1999. P. 88)

Para nuestro estudio partiremos de la definición de estereotipo entendido como "creencias más o menos estructuradas en la mente de un sujeto sobre un grupo social" (Páez, 2004, p. 760) [6]. Son las características "descriptivas de", "atribuidas a", o "asociadas a" los miembros de categorías o grupos sociales. Básicamente consisten en la asignación de características comunes a los miembros considerados como integrantes del mismo grupo y la definición de las diferencias en relación a los miembros considerados como componentes de otros grupos, por lo que representan el conjunto de atributos asignados a una categoría social o grupo. Morales y Moya (1996, p. 163) [7] los definen como un "conjunto de creencias compartidas acerca de los atributos personales que poseen los miembros de un grupo".

Se trata de "generalizaciones que ignoran en parte la variabilidad de los miembros de un grupo y que tienen un carácter resistente al cambio" (Páez, 2004, p. 760) [6]. 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 lo que

deberían ser las personas, ejerciendo una fuerte influencia en el procesamiento de la información.

Estas representaciones sociales construidas por un grupo son enunciados figurativos desde un posicionamiento de pertenencia social sobre uno mismo (endogrupo) frente a los otros (exogrupo). La facilidad con la que se interpreta esa realidad es fruto de una propiedad de las representaciones sociales que permite la simplificación a categorías que son más operativas y básicas. Tajfel (1981, p. 22) [8] sostiene que "la representación social es más que el estereotipo, pero éste constituye una parte importante de la representación social". Por tanto, en las interacciones personales realizamos inferencias puesto que relacionamos información que ya poseemos, que tenemos almacenada y categorizada, vinculando esta información estereotipada a la persona con la que estamos interactuando. Esto produce en numerosas ocasiones una percepción sesgada, pudiendo ser maximizada cuando este sesgo se produce y es compartido por numerosas personas. Por otro lado, también es importante tener en cuenta que tanto las actitudes como los estereotipos, "actúan de forma etnocéntrica, es decir, se favorece perceptiva y conductualmente al propio grupo (endogrupo) frente a los demás grupos ajenos (exogrupos)" (Moral e Igartua, 2005, p. 74) [9].

Para Schneider (2004, p. 96) [10] hay tres respuestas para responder a la pregunta sobre por qué las personas utilizamos unas categorías en lugar de otras. En primer lugar porque existe una serie de categorías fundamentales que destacan sobre el resto, en segundo lugar por la accesibilidad de esa categoría, es decir la categoría de uso, y por último porque alguna de las categorías cognitivamente posee un nivel más básico. Existen una serie de categorías primarias como son la raza, la edad y el género. Estas categorías poseen características específicas ya que cualquiera de ellas es relevante perceptivamente, tienen un componente biológico, poseen también cierta implicación evolutiva (puesto que nuestros ancestros necesitaban diferenciar a las personas en relación a la probabilidad de pertenencia al mismo grupo, discriminar a las personas en función de acumulación de experiencias y conocimientos y potencial reproductivo), además son la base, en muchas culturas, de las jerarquías de dominancia (como mantienen Sidanius y Pratto, en la teoría de la Dominancia Social 1999), [11] , además de formar parte de las primeras categorías sociales que se aprenden en la niñez, siendo relevantes en todas las culturas. Estas categorías primarias canalizan la categorización hacia la automaticidad, puesto que se basan en señales perceptibles sin la consiguiente intervención del pensamiento consciente y, como señala Schneider (2004, p. 97) [10] la dificultad e imposibilidad, en muchas de las ocasiones, de inhibirlas. Estas categorías básicas son las más informativas, puesto que son las que mejor facilitan la realización de inferencias sobre los miembros que conforman la misma categoría (Corter y Gluck, 1992, p. 301) [12].

La activación de una representación depende básicamente de su accesibilidad, aplicabilidad y saliencia (Higgins, 1996, pp. 136-168) [13]. Algunas de las categorías se usan porque son salientes en una situación concreta, pero a veces, en función de nuestros objetivos situacionales, podemos utilizar una de las categorías en lugar de otra o usarla con una asiduidad tan frecuente que prácticamente se vuelve habitual. Entenderemos por accesibilidad el potencial de conocimiento disponible y depende de su cronicidad y frecuencia de uso, es decir, lo recientemente que hayan sido activados (*priming*), además de ciertas características propias de la información. En este sentido Fazio (1995, p. 278) [14] ha argumentado que algunas actitudes son más

accesibles que otras ya que vienen a la mente con mayor rapidez cuando vemos un objeto relevante y, por otra parte, que las actitudes accesibles pueden dirigir la atención. Aplicabilidad, definida como la relación entre las características del conocimiento almacenado y las características observadas en el estímulo. Y saliencia como término referido al hecho de que en un momento concreto, todas las características de un estímulo no reciben la misma atención, dicho de otro modo, si una señal o estímulo es lo suficientemente significativo y posee una alta probabilidad de diagnóstico, aumenta notoriamente la probabilidad de proseguir con la categorización. La saliencia estimular puede estar también influida por la familiaridad. Macrae, Mitchell, y Pendry (2002, p. 192) [15] tras realizar diferentes estudios concluyen que los nombres que son familiares proporcionan un mejor acceso al conocimiento categórico, esto es, que los nombres familiares asociados con el género facilitan las categorías de género y también, por consiguiente, a los estereotipos de género. Un ejemplo de lo anterior sería que mientras nombres como Ana o María inducen con facilidad a una categoría de género, nombres como Eliecer sería menos eficiente puesto que se trata de un nombre utilizado en ambos géneros.

Esta activación de los estereotipos puede darse de forma consciente o inconsciente. Conscientemente implicaría la activación directa debida a una estimulación vinculada con el medio (ejemplo, el género) e inconscientemente a través de un contexto no relacionado (ejemplo, por medio del *priming* o activación) tal y como indican los autores Bargh y Williams, (2006 p. 1) [16]. Numerosos estudios concluyen que uno de los elementos fundamentales para la activación es el *priming*, es decir, que las personas utilizan categorías que o bien han utilizado recientemente o bien su uso es frecuente. Para Tulving, Schacter y Stark (1982, p. 336) [17] el *priming* se refiere a los efectos de facilitación de un estímulo en el procesamiento posterior de un mismo estímulo (activación directa o *priming* directo) o de un estímulo relacionado (*priming* indirecto). Algunas investigaciones ponen de manifiesto que los estereotipos, incluso siendo rechazados de forma explícita por los sujetos, actúan de manera inconsciente en el comportamiento de los mismos (Greenwald y Banaji 1995, p. 15) [18].

Estos procesos inconscientes parecen tener una función reguladora, ya que liberan la mente consciente aliviándola de preocupaciones del entono más inmediato ya que la mera percepción de características personales como la raza, el género o la edad pueden de manera automática desencadenar estereotipos de grupos asociados a ellos así como representaciones mentales específicas de esas personas Bargh y Williams, (2006 p. 1) [16]. Los estereotipos son resistentes al cambio, simplifican la realidad y orientan las expectativas.

Estudios como los realizados por McGarty, Yzerbyt y Spears (2002, pp. 2-6) [19] ponen de relieve tres principios básicos que son considerados como la génesis en relación a la investigación sobre estereotipos: contribuyen a la explicación de la realidad social, ayudan al ahorro de energía por parte del sujeto y son creencias compartidas sobre un grupo.

Por su parte, los autores Smith y Zárate (1992, p.3) [20] sostienen que las representaciones de los individuos influyen sobre los grupos y las personas, es decir, que por medio de la activación de la memoria la información que poseemos sobre otros ejemplares similares que ya estaban almacenados evaluamos el nuevo estímulo social. La recuperación de la información que ya teníamos almacenada en la memoria se encuentra modulada por la atención a las dimensiones del estímulo que el receptor

presta y va a ser influido por un amplio número de factores tanto motivaciones como sociales. Por ejemplo siguiendo este modelo, cuando una mujer en un entorno profesional es evaluada como más cualificada que sociable o viceversa, está en función de dónde realice la focalización la persona que evalúa, si lo hace en el rol que desempeña o lo hace en el género de persona que está siendo evaluada.

Otros autores, basándose en procesos de índole conexionistas, consideran que el conocimiento se representa a través de nodos interconectados. Entre éstos, se encuentran Operario y Fiske (2004, p. 120) [21] quienes consideran que los contenidos estereotipados son creencias ambivalentes (tanto positivas como negativas sobre otros grupos), a través de los estereotipos se incrementa la aparición de percepciones de comportamiento negativo y extremo y de la misma manera, mantienen la diferenciación entre los grupos. Como ya hemos indicado, estos modelos sostienen que el conocimientos se representa en nodos interconectados, pero además consideran que el significado viene predefinido por los patrones de activación a través de diferente nodos.

En cuanto a la formación de los estereotipos, estaría compuesta por cuatro procesos diferenciados: cognitivos, afectivos, socioemocionales y culturales (Mackie, Hamilton, Susskind y Rosselli, 1996, pp. 44-68) [22]. Entre los procesos cognitivos destacan la categorización, el sesgo relacionado con la formación de los grupos representativos y las correlaciones ilusorias. Relacionados con los afectivos estarían el condicionamiento clásico y el efecto de la mera exposición. En relación a los procesos socioemocionales indican como relevantes los procesos de identidad social y contenido del estereotipo así como la justificación del *status quo*. Y por último en cuanto a las procesos culturales incluyen el aprendizaje social del contenido del estereotipo, los procesos de conformidad y la influencia de los roles sociales.

1.2. El medio televisivo

Según Cerezo (1994, p. 16) [23], ”El poder del medio (televisivo) radica en su capacidad de impacto, penetración social y poder hipnótico, debido a su percepción audiovisual”.

Partiendo de los datos facilitados por la AIMC (Asocación para la Investigación de Medios de Comunicación) [24] durante el período comprendido entre octubre de 2015 y mayo de 2016, el promedio de espectadores al día de televisión ha sido de 88,3%, siendo el medio de comunicación de masas más utilizado. Si analizamos los datos referidos al género, en el caso de las mujeres la franja de edad que más utiliza este medio es la de mayores de 65 años (90,3%) frente a las mujeres comprendidas en el intervalo de edad entre 14 y 19 años que son las que en menor medida lo visionan (84%). En el caso de los varones, los mayores de 65 años (92,6%) son los que más ven televisión, al igual que en el caso de las mujeres, frente a los de menor consumo que son los comprendidos entre 20-24 años (84,0%).

En relación a la cantidad de minutos al día, tomando como referencia los datos de octubre de 2016 facilitados por Barlovento Comunicación [25], vemos que el uso medio televisivo por habitante ha sido de 231 minutos al día, lo que supone más de 119 horas al mes.

El poder del medio televisivo en nuestro país, por tanto, es incuestionable ya que decide sobre la atención del espectador indicando qué asuntos son relevantes en un momento concreto. También crea los marcos de interpretación de las cuestiones sociales e induce al consenso sobre lo que es o no correcto pensar, sentir o hacer en

relación a un tema específico, denominaremos por tanto *framing* a la capacidad que poseen los medios de comunicación para inducir a la audiencia hacia determinadas conclusiones en función de la forma en que presentan la información.

Tampoco podemos dejar de lado el hecho de que los espacios televisivos incrementan la relevancia temática de unas cuestiones frente a otras, es decir, la saliencia temática, haciendo destacables contenidos que por cuestiones ideológicas, políticas o meramente transitorias o económicas [como pueden ser por el aumento de *share* (cuota de pantalla)], figuran en la agenda o tematización y son tratadas como prioritarias.

Los espacios televisivos que se basan en ejemplos personales, como es el caso de los ofrecidos por la cadena que nos ocupa, adolecen además de una característica concreta en comparación con programas basados en evidencias más científicas, estadísticas o racionales, y es que debido a la intensidad emocional de los relatos la audiencia es más fácilmente influenciable.

Si además tenemos en cuenta el contenido del mensaje, autores como Cacioppo, Pretty y Sidera (1982, p. 336) [26] indican que cuando un mensaje es largo o contiene varios argumentos, produce mayor eficacia en la audiencia si ésta no tiene demasiados conocimientos sobre la cuestión tratada o no está demasiado interesada por dicho tema.

Por otro lado, los mensajes unilaterales o de un lado, definidos como aquellos que no ofrecen aspectos o información opuesta a la defendida por el comunicador, frente a los bilaterales o de dos lados que sí la facilitan, son más persuasivos que los mensajes de dos lados sin refutación. Es decir, los mensajes unilaterales poseen mayor fuerza persuasiva en la audiencia que los mensajes bilaterales que reconocen la existencia de otras líneas argumentales, pero sin embargo no las replican o refutan.

Teniendo en consideración todos los puntos tratados, la exposición constante y repetida al medio televisivo puede llegar a modelar las actitudes y estereotipos que tenemos hacia un tema concreto. Por consiguiente, este cambio de actitud puede llevarse a cabo tanto de forma positiva como negativa, en función de la programación que visualicemos ya que nos va transmitiendo información y valores generadores de nuestros propias creencias.

2. ESTUDIO DEL CASO

En los últimos años, sumadas a las seis cadenas de televisión generalistas, podemos ver en cualquier televisor otros veinte canales de TDT (Televisión Digital Terrestre) que emiten en abierto. Este aumento en el número de cadenas es debido, en parte, a que en el mes de octubre de 2015 el Gobierno decidió ampliarlas con la adjudicación de seis nuevas licencias. Una de estas licencias le fue concedida al Grupo KISS Media, que ya contaba con otros medios de comunicación como el canal de televisión (Hit TV)[1] y un par de emisoras de radio (KISS FM y HIT FM), poniendo en marcha la cadena televisiva DKISS.

El 28 de abril de 2016 comenzaba a emitirse la programación de este nuevo canal. Las notas de prensa aparecidas en otros medios de comunicación referentes a este estreno indicaban que era un canal dirigido prioritariamente a mujeres

[1] http://www.dkiss.es/resintoniza/

"reales y sin prejuicios" y "con una programación para las que son imperfectas, pero no les importa, porque eso es lo que las hace únicas", con contenido real y en el que se "aspira a conquistar a un público femenino alejado de todos los clichés y estereotipos". Es un canal que "busca sorprender a una mujer actual, autónoma, con confianza en sí misma, independiente, y sobre todo, una mujer inquieta y curiosa, cuya motivación es siempre conocer nuevas realidades y expandir su mundo"[2] y que está incluida en una franja de edad "de entre 25 y 45 años ". El *share* alcanzado por esta cadena durante el mes de octubre es de un 0,8% frente a un 13,8% de Telecinco o un 12,6% de Antena 3[3].

Por otro lado, es preciso señalar que en la parrilla de este nuevo canal, el espacio dedicado a programas informativos es inexistente y la inmensa mayoría de la emisiones se basan en formatos de telerealidad y *factual* (una combinación de ficción y documental) importados principalmente de Estados Unidos y en algunas ocasiones del Reino Unido.

Para el estudio partiremos del análisis de la programación de una semana completa del mes de octubre de 2016 (del 11 al 17). A lo largo de este período se han emitido 28 programas diferentes (Cuadro 1), aunque es necesario indicar que en total se repiten hasta 244 veces. Entre los programas que en más ocasiones aparecen en pantalla se encuentran "Sí, quiero ese vestido" con 40 programas (16,39%), "Maestros de la restauración" con 35 emisiones por semana (14,34%) y "Tú ensucia que yo limpio" que se presenta en parrilla en 26 ocasiones (10,66%). Entre los tres suman un total 101 proyecciones (41,39%) de la programación total semanal.

---

2 La Vanguardia. Recuperado de: http://www.lavanguardia.com/vida/20160519/401902135934/dkiss-un-nuevo-canal-televisivo-para-mujeres-de-mente-abierta-y-urbana.html.
El Confidencial. Recuperado de: http://www.elconfidencial.com/ultima-hora-en-vivo/2016-05-19/dkiss-un-nuevo-canal-televisivo-para-mujeres-de-mente-abierta-y-urbana_913809/.
Teleycinema. Recuperado de: https://teleycinema.com/2016/04/25/dkiss-el-nuevo-canal-de-kiss-media-se-estrena-este-jueves/.
AcademiaTV. Recuperado de: https://www.academiatv.es/dkiss-presenta-su-programacion-en-madrid/#.V_-jUpOLS7.
Fotogramas. Recuperado de: http://teleprograma.fotogramas.es/programas-tv/2016/abril/los-factual-femeninos-estrella-de-la-programacion-de-dkiss

3 http://www.barloventocomunicacion.es/blog.html

Cuadro 1. Programas frecuencia y duración semanal. Fuente: Elaboración propia

PROGRAMA	Nº PROGRAMAS	% PROGRAMAS / SEMANA	MINUTOS / PROGRAMA	% MINUTOS / SEMAMA
ALGO NUEVO, ALGO PRESTADO	8	3,28	205	2,03
ALGO PASA CON ANA	1	0,41	55	0,55
ASESINATO EN LA MANSIÓN	2	0,82	95	0,94
BELLEZA EN CRISIS	7	2,87	350	3,47
CAMBIO RADICAL	2	0,82	115	1,14
CRÍMENES PASIONALES	2	0,82	110	1,09
CUATRO BODAS	6	2,46	345	3,42
EL REY DE LAS TARTAS	8	3,28	230	2,28
EL SEXO ME LLEVÓ A URGENCIAS	7	2,87	400	3,97
EMBARAZOS EXTRAÑOS	2	0,82	115	1,14
ENTERRADO EN MI BASURA	3	1,23	170	1,69
FOOD FACTORY USA	10	4,10	250	2,48
INFIDELIDADES MORTALES	6	2,46	315	3,13
LA INK	15	6,15	730	7,24
LOS CASOS DE APHRODITA JONES	9	3,69	490	4,86
LOS PEORES TATUAJES	3	1,23	75	0,74
MAESTROS DE LA RESTAURACIÓN	35	14,34	1.600	15,87
MI ESPECTACULAR BODA GITANA	3	1,23	165	1,64
MI SECRETO AL DESNUDO	2	0,82	40	0,40
MI VIDA CON 300 KILOS	4	1,64	235	2,33
NO SABÍA QUE ESTABA EMBARAZADA	20	8,20	550	5,46
¡SÍ, QUIERO ESE VESTIDO!	40	16,39	1.045	10,37
TÚ ENSUCIA QUE YO LIMPIO	26	10,66	1.180	11,71
UN ASESINO EN LA FAMILIA	4	1,64	215	2,13
UN CRIMEN PARA RECORDAR	3	1,23	145	1,44
VEN A CENAR CONMIGO	8	3,28	430	4,27
VIVIR BAILANDO	7	2,87	360	3,57
YO SOY JAZZ	1	0,41	65	0,64
TOTALES	**244**	**100,00**	**10080**	**100,00**

Si tomamos como referencia el número de minutos de proyección semanal, nos encontramos con los mismos tres programas, pero en esta ocasión el orden varía ya que "Maestros de la restauración" acapara en pantalla un total de 1.600 minutos (15,87%), "Tú ensucia que yo limpio" 1.180 minutos (11,71%) y "Sí, quiero ese vestido" 1.045 minutos de emisión a la semana (10,37%). Los tres programas en su conjunto computan un total de 3.825 minutos a la semana en la pantalla (37,95%).

Analizando las franjas horarias en la que se emiten, vemos que existe una notable disimilitud entre el programa "Sí, quiero ese vestido" cuya emisión se divide entre dos franjas horarias diferenciadas, ambas incluidas en el denominado *day-time*[4]

[4] Se denomina *day-time* a la programación que se emite desde primeras horas de la mañana (7,30 h.) hasta aproximadamente las 14 h. (cuando comienzan los informativos) existiendo también un segundo tramo que va desde mediodía hasta las 20,30 h. Estas franjas horarias de emisión son consideradas de audiencia intermedia. Por otro lado, dentro del *prime-time* ("hora punta") denominadas así por corresponder con las horas de máxima audiencia en televisión y por consiguiente es cuando la publicidad emitida alcanza los precios más elevados . En televisión se sitúa entre las 20,30 h. de la tarde y las 2 h. de la madrugada. Durante este período se emiten los informativos, así como y principales series y películas.

(de 12.20 h. a 13.35 h. y de 18 h. a 19.50 h.), y "Maestros de la restauración" y "Tú ensucia que yo limpio", cuyo horario habitual es de madrugada (el primero ocupa la franja de 3.45 h. a 9 h. y el segundo las de 2.15 h. a 3.45 h. y 6.00 h. a 7.30 h.).

Al realizar un análisis más detallado de la programación (Cuadro 2), se muestra una clara división de los 28 programas en cinco categorías diferentes: aspecto físico y belleza, hogar, matrimonio y familia, superación personal y otros.

Aspecto físico y belleza agruparía programas como "Belleza en crisis", "Cambio radical", "La INK", "Los peores tatuajes", "Mi secreto al desnudo" y "Mi vida con 330 Kilos". "Belleza en crisis" y "Mi secreto al desnudo" se basan en los casos de diferentes personas que tras haberse sometido con anterioridad a intervenciones quirúrgicas para mejorar su imagen bien debido a patologías congénitas o a complejos no superados no están satisfechas con su cuerpo, y deciden realizar cambios para mejorar su apariencia física. Programas como "Cambio radical" y "Mi vida con 300 kilos" relatan la vida de personas con sobrepeso que necesitan mejorar su aspecto. Y "La INK" y "Los peores tatuajes", se centran personas que quieren tatuar su cuerpo o mejorar tatuajes ya existentes para sentirse más atractivos consigo mismo. Tienen por tanto un punto en común, todos ellos están orientados a la mejora del aspecto personal, tanto por preocupaciones físicas relativas a aspectos congénitos como por otros sobrevenidos. El aspecto físico se convierte en un tema importante a tratar a través de diferentes programas, poniéndose de manifiesto la necesidad de mejorar nuestra apariencia física que debe correlacionar con los patrones estereotípicos marcados en un momento puntual y que en numerosas ocasiones indican qué o quiénes somos en función del juicio social al que somos sometidos, principalmente las mujeres.

Una segunda categoría estaría relacionada con temáticas de misterio e intriga, centrada en la resolución de enigmas y crímenes, englobando los programas "Asesinato en la mansión", "Los casos de Aphrodita Jones", "Un asesino en la familia" o "Un Crimen para recordar". Esta circunstancia puede tener una explicación en el hecho de que el ingreso en la policía era un tema exclusivamente masculino, puesto que las mujeres estaban vetadas, por lo que el género policíaco no tenía protagonistas femeninas ni tan siquiera como detectives privadas. Fue Agatha Christie la creadora del primer personaje femenino protagonista, Miss Marple, quien a través de la observación y el estudio conductual resolvía los casos exitosamente casi de manera innata, en parte también, gracias a sus capacidades comunicativas con el resto de personajes componían los casos. Por lo tanto, nos encontramos también con estereotipos que tradicionalmente poseen las mujeres, como son su capacidad de observación y comunicación.

Una nueva categoría abarcaría aquellos programas vinculados a temas relacionados con el hogar, como son "El Rey de la tartas", "Enterrado en mi basura", "Food Factory USA", "Maestros de la restauración"," Tú ensucia que yo limpio" y "Ven a cenar conmigo". "El Rey de la tartas", programa en el que se narra la creación de tartas por parte de un pastelero dando a conocer al espectador a la vez información y datos sobre su vida personal. "Food Factory USA", programa dedicado a la narración sobre la elaboración de productos alimenticios industriales. " Ven a cenar conmigo" en el que cuatro personas desconocidas entre sí se reúnen para cenar juntas durante varios días consecutivos en los que cada uno de los participantes ejerce de anfitrión, posteriormente deben valorar diferentes aspectos del encuentro. Más vinculados con

Madrugada a partir de las 2 h. de la noche, cuando la audiencia va descendiendo, llegando a sus mínimos sobre las 5 h. de la madrugada.

la decoración y el mantenimiento del hogar están "Maestros de la restauración", "Enterrado en mi basura" y "Tú ensucia que yo limpio", el primero se centra en la restauración de objetos decorativos y los dos últimos se basan en personas que no realizan tareas de limpieza en el hogar por diferentes motivos, entre ellos patológicos. Vemos así que todos se centran en dos temas tan significativos para el "universo femenino" como son la cocina y la limpieza del hogar. En este sentido, para autores como Expósito y Moya (2005, p. 203) [27] los estereotipos de género sirven a tres fines concretos. Por un lado, ante diversos hechos sociales, facilitan una explicación psicológica (incapacidad natural de las mujeres en ciertos aspectos, por ejemplo, éstas no pueden desarrollar carreras profesionales que conlleven ser fuertes físicamente como puede ser una carrera militar). Por otro lado, defienden los intereses individuales o grupales proporcionando una identidad social positiva (las mujeres tienen un mayor desarrollo afectivo y por eso tienen que ocuparse de todos los aspectos de la maternidad, del cuidado de las personas mayores). Por último, mantienen y justifican los roles sociales tradicionales y las desigualdades de género. La conceptualización de estereotipos de género vinculados a atributos o características que poseen mujeres y hombres, incluye en su contenido rasgos (por ejemplo emotiva frente a calculador y racional), roles (por ejemplo la mujer ayuda y cuida a su familia frente al varón que se encarga del mantenimiento económico), características físicas (por ejemplo más débil y bella frente a valiente y fuerte) y orientación sexual (atracción hacia las personas del sexo opuesto) (Expósito y Moya 2005, p. 203) [27].

La cuarta categoría que hemos denominado matrimonio y familia estaría comprendida por los programas "Algo nuevo, algo prestado", "Crímenes pasionales", "Cuatro bodas", "El sexo me llevó a urgencias", "Embarazos extraños", "Infidelidades mortales", "Mi espectacular boda gitana", "No sabía que estaba embarazada", "¡Sí, quiero ese vestido!" y "Yo soy Jazz". En "Algo nuevo, algo prestado", "Cuatro bodas", "Mi espectacular boda gitana" y "¡Sí, quiero ese vestido!" el tema principal son los preparativos que anteceden a los enlaces matrimoniales, en alguno de ellos se trata de forma casi exclusiva el vestido de la novia, protagonista según sus participantes del "día más importante de sus vidas". "No sabía que estaba embarazada" y "Embarazos extraños" narran su experiencia durante las semanas previas al parto diferentes mujeres con patologías de diversa índole. Por otro lado "Crímenes pasionales", "El sexo me llevó a urgencias", "Infidelidades mortales", todos ellos están vinculados a las relaciones sexuales y sus posibles consecuencias. Por último y "Yo soy Jazz" que narra la vivencia en primera persona de una niña transgénero y cómo afronta su familia y su entorno social este hecho. Vemos así como en estos programas son el matrimonio y la maternidad los elementos centrales y exclusivos de su temática, vinculándose directamente a las mujeres y relegando a los hombres en estos asuntos, en los cuales ni tan siquiera son copartícipes a pesar de estar directamente implicados. En caso de aparecer lo hacen siempre de forma anecdótica y generalmente para dejar constancia de su profesión.

Las dos últimas categorías, de menor relevancia para nuestro objeto de estudio, son por un lado la denominada superación personal, formada por el programa "Vivir bailando," y por otro la designada bajo el epígrafe de otros, en la que estaría incluido el programa "Algo pasa con Ana".

Podemos resumir, por tanto, que existen tres grandes temáticas de programación en esta cadena televisiva. En primer lugar, en relación al número de programas emit-

idos, los relacionados con la temática de matrimonio y familia con 95 programas (38,93%), hogar con 90 (36,89%) y aspecto físico y belleza con 33 (13,52%). Lo que supone que conjuntamente estas temáticas se emiten en 218 ocasiones (89,34%).

Si partimos de la distribución de minutos de emisión por temática, comprobamos que los espacios dedicados al hogar acaparan en pantalla un total de 3.860 minutos (38,29%), los centrados en el matrimonio y la familia 3.315 minutos (32,89%) y los que exponen cuestiones sobre belleza y aspecto físico ascienden a 1.545 minutos de programación semanal (15,33%). Estos datos indican que un total de 8.720 minutos semanales (86,51%) se dedican a mostrar las ya mencionadas temáticas centrales en las cuales se fundamenta la programación de DKISS.

Cuadro 2. Categorías de los programas frecuencia y duración semanal. Fuente: Elaboración propia.

CATEGORÍA	Nº PROGRAMAS	% PROGRAMAS / SEMANA	MINUTOS / PROGRAMA	% MINUTOS / SEMAMA
ASPECTO FÍSICO /BELLEZA	33	13,52	1.545	15,33
CRIMEN / MISTERIO	18	7,38	945	9,38
HOGAR	90	36,89	3.860	38,29
MATRIMONIO/ FAMILIA	95	38,93	3.315	32,89
OTROS	1	0,41	55	0,55
SUPERACIÓN PERSONAL	7	2,87	360	3,57
TOTALES	**244**	**100,00**	**10080**	**100,00**

3. DISCUSIÓN

Como ya hemos mencionado con anterioridad, el medio televisivo se contempla como un agente de socialización, cuya presencia es permanente y a través del cual se van adquiriendo conocimientos socioculturales (llegando a modelar actitudes mediante una exposición constante y repetida), además de indicarnos los marcos interpretativos sobre temas sociales actuales.

A pesar de que la publicidad que facilita la cadena DKISS en cuanto a su programación indica que va destinada a una mujer que se aleja de normas predefinidas y estereotipos, definiéndola como actual, autónoma y con alto nivel de autoconfianza, así como en constante búsqueda de nuevos conocimientos, la realidad de su programación nos muestra todo lo contrario. Al analizarla de forma detallada, estas bases resultan totalmente cuestionables. Afirmaciones como que se dirige a las que son imperfectas pero no les importa, porque eso es lo que las hace "únicas" se contraponen a una temática de programas donde como hemos visto la belleza y la apariencia personal relegan el resto de cuestiones a un segundo plano. Lo importante no es qué se espera del matrimonio sino que se consiga el "vestido de tu vida" para lucirlo en el "día más importante en la vida de una mujer".

El mayor número tanto de programas como de minutos de emisión se centran en tres grandes temas tradicionalmente atribuidos a las mujeres como son los referidos al hogar, la familia y el aspecto físico o la belleza. Estas temáticas están directamente vinculadas con los roles de género supeditados a las mujeres, de ahí su papel como administradora del hogar que cuida de la alimentación familiar y del mantenimiento de la casa, manteniéndola limpia y acogedora. Potencian el rol de las mujeres como

nexo de la familia, centrada en su matrimonio y descendientes y preocupada por su belleza y por cómo poder mejorar su aspecto físico.

Desde el concepto de ideología de género (anteriormente denominada ideología del rol sexual) entendemos la designación de las creencias en relación a la conductas y los roles que tenemos en función del género de la persona, teniendo también en cuenta las relaciones entre ambos. Continuando con la propuesta de Expósito y Moya (2005, p. 203)[27] este concepto formaría parte de un continuo sustentado en dos extremos. En un extremo, la ideología más tradicional y conservadora en la que la relevancia entre la diferencia de roles de mujer y hombre es muy marcada y retrógrada, considerando a la mujer como la pieza central de la familia (esposa, ama de casa y madre) frente al hombre ostentador del poder y la autoridad (protector, proveedor y quien toma decisiones importantes). La mujer en este modelo acata las ordenes y dictámenes que se toman de forma unilateral, ya que por naturaleza es débil y necesita ser protegida. En el otro extremo, la ideología igualitaria o feminista basada en la creencia de la que las diferencias de género son básicamente de índole social y las funciones y roles de mujeres y hombres esencialmente son los mismos.

A pesar de que la cadena en la publicidad hace una constante referencia a la igualdad y se basa en una programación que busca seguidoras libres y autónomas, al analizarla detalladamente vemos que sus bases están centradas en una ideología puramente tradicional, alienando a la mujer a las bases del conservadurismo mediante la proyección constante de roles y patrones de conductas que lejos de estar ya superadas se mantienen y se están asumiendo, al menos por parte de los televidentes, como las adecuadas y correctas por parte de las mujeres.

Mediante esta perpetuación y fijación de los estereotipos más continuistas se mantiene una distintividad positiva endogrupal de los varones, especialmente en momentos en los que es más cuestionado el *statu quo* de este género. Al mismo tiempo, si partimos de que en la actualidad existe un contexto en el que prima la igualdad entre mujeres y hombres pero en el que dicha igualdad puede ser interpretada en términos negativos (socialmente poco deseable), una solución para alcanzar y mantener una distintividad endogrupal a favor de los varones, es ofrecer al exogrupo formado por las mujeres un conjunto de diferencias a su favor en ciertas dimensiones. Estas dimensiones son, sin embargo, de menor relevancia que las que el propio endogrupo de varones se encarga de consolidar para sí mismos. Podemos concluir tal y como indica Menéndez (2015, p. 46) que en la actualidad, los medios de comunicación de masas, o al menos una parte de ellos, actúan como altavoces, siendo creadores y promotores de la perpetuación estereotípica a la vez que fomentan la desunión y el enfrentamiento de las propias mujeres entre sí [28].

REFERENCIAS

[1] Lippmann, W. (1922). *Public opinion.* Nueva York: Hartcourt y Brace.

[2] Allport, G.W. (1954). The historical background of social psychology. En G. Lindzey (Eds.). *Handbook of social psychology* (Vol.1, pp. 3-56). Cambridge: Addison- Wesley.

[3] Ashomre, R. D., y Del Boca, F.K. (1979). Sex stereotypes and implicit personality theory: Toward a cognitive- social psychological conceptualization. *Sex Roles*, 5, 219-248.

[4] Stephan, W. G.(1985). Intergroup relations. En G. Lindzey y E. Aronson (Eds.). *Handbook of social psychology* (3ª ed., Vol. 2, pp- 599-658). Nueva York: Randon House.

[5] Huici , C. (1999). Estereotipos. En J.F. Morales y C. Huici (Coords.). *Psicologia Social* (pp.87-98). Madrid: McGraw-Hill.

[6] Páez, D. (2004). Relaciones intergrupales. En D. Páez, I. Fernández, S. Ubillos y E. Zubieta (Coords.). *Psicología social, cultura y educación* (pp. 752-768). Madrid: Pearson Educación.

[7] Morales, J. F. y Moya, M.C. (1996). *Tratado de Psicología Social. Volumen I: Procesos básicos.* Madrid: Síntesis Psicología.

[8] Tajfel, H. (1981). *Human groups and social categories*. Cambridge: Cambridge University Press.

[9] Moral, F. e Igartua, J.J. (2005). P*sicología social de la comunicación: aspectos teóricos y prácticos.* Málaga: Ediciones Aljibe.

[10] Schneider, D. J. (2004). *The Psychology of stereotiping*. New York: The Guilford

[11] Sidanius, J y Pratto, F. (1999). *Social Dominance: An intergroup theory of social hierarchy and oppression*. New York: Cambridge University Press.

[12] Corter, J. E., y Gluck, M. A. (1992). Explaining basic categories: Feature predictability and information. *Psychological Bulletin*, 111, 291–303.

[13] Higgins, E. T. (1996), Knowledge activation: Accessibility, applicability, and salience, en Higgins, E. T. y Kruglanski, A. W. (Eds.). *Social Psychology: Handbook of basic principles*.133-168. Nueva York: Guilford,.

[14] Fazio, R. H. (1995). Attitudes as object–evaluation associations: Determinants, consequences, and correlates of attitude accessibility. In R. E. Petty & J. A. Krosnick (Eds.). *Attitude strength: Ante- cedents and consequences* (pp. 247–282). Mahwah, NJ: Erlbaum.

[15] Macrae, C. N., Mitchell, J. P. y Pendry, L. (2002). What's in a forename?: Cue familiarity and stereotypical thinking. *Journal of Experimental Social Psychology*, 38, 186–193

[16] Bargh, J. A. y Williams, E. L. (2006). The automaticity of social life. *Current Directions in Psychological Science*, 15(1), 1-4.

[17] Tulving, E., Schacter, D.L. y Stark H.A. (1982). Priming effects in Word- fragment completion are independent of recognition memory. *Journal of experimental psychology: learning. Memory and Cognition.* Vol 8, Nº 4, 336-342

[18] Greenwald, A. G. y Banaji, M. R. (1995). Implicit social cognition: Attitudes, self-esteem, and stereotypes. *Psychological Review*, 102(1), 4-27.

[19] McGarty, C., Yzerbyt, V. y Spears, R. (2002). Social, cultural and cognitive factors in stereotipe formation. En C. McGarty,Yzerbyt, R. y Spears (Eds.). *Stereotypes as explanations. The formation of meaningful beliefs about social groups* (pp. 1-15). Cambridge: Cambridge University Press.

[20] Smith, E. R. y Zárate, M. A. (1992). Exemplar-based model of social judgment. *Psychological Review*, 99, 3-21.

[21] Operario, D. y Fiske, S.T. (2004). Stereotypes: Content, Structures, Processes, and Context. Dalam M. B. Brewer & N. Hewstone, *Social Cognition* (hal. 120-141). Malden: Blackwell Publishing.

[22] Mackie, D.M., Hamilton, D.L., Susskind, J. y Rosselli, F. (1996). Social psychological foundationof stereotype formation. C.M. Macrea, C. Stangor y M. Hewtone (Eds.). Stereotypes and stereotiping (pp. 41-78). Londres: Guilford Press.

[23] Cerezo, M. (1994). *Teorías sobre el medio televisivo y educación: el discurso de la televisión*. Granada: Grupo Imago.

[24] Asociación de Investigación de Medios de Comunicación. (2016). Resumen general de resultados (Estudio General de Medios). Informe Octubre 2015 a Mayo 2016. Recuperado de http://www.aimc.es/-Datos-EGM-Resumen-General-.html

[25] Barlovento Comunicación. Análisis mensual del comportamiento de la audiencia televisiva. Informe del mes de octubre 2016. Recuperado de http://www.barloventocomunicacion.es/images/audiencias/barlovento-audiencias-octubre2016.pdf

[26] Cacioppo, J.T., Pretty, R.E. y Sidera, J.A. (1982). The effects of a salient self-schema on the evaluation of proattitudinal editorials: Top-down versus bottom-up processing. *Journal of Experimental Social Psychology,* 18, 324-338.

[27] Expósito, F. y Moya, M. (2005), Violencia de género, en Expósito, F. y Moya, M. (Eds.). *Aplicando la Psicología Social* (pp. 201-227). Pirámide, Madrid.

[28] Menéndez Menéndez, M.I. (2015). Alianzas conceptuales entre patriarcado y postfeminismo: a propósito del capital erótico . *Revista Clepsydra*, 13, 45-64.

LA MEDIATIZACIÓN DE *LO FEMENINO* EN LA PRENSA MASCULINA: EL CASO DE *TELVA* Y *ESQUIRE*

Paula Illera Miguel
Programa de Doctorado en Humanidades y Comunicación, Universidad de Burgos

RESUMEN

Tradicionalmente, cuando la prensa trataba asuntos de interés privado, lo hacía dirigiéndose a un público femenino. Sin embargo, en los últimos años, la mediatización de lo privado ha llegado también a los varones que encuentran, entre la oferta de publicaciones, cabeceras que los nombran específicamente. En este sentido, la nueva prensa masculina bebe de las revistas femeninas, tanto por la estructura, el diseño, como por los contenidos especializados en el ámbito de lo privado. Aun así, los nuevos formatos masculinos ofrecen una serie de características propias que los alejan de sus predecesoras. El presente artículo trata de ejemplificar, mediante el estudio de un caso concreto, dicho tratamiento segregado de la esfera privada, apoyándose en el marco teórico de los Estudios de Género y en el trabajo académico que algunas expertas han elaborado sobre la materia.

Palabras clave: prensa femenina, prensa masculina, revistas para mujeres, género, feminismo

ABSTRACT

Traditionally, when the press dealt with things of private interest it was directed towards a feminine public. However, in the last few years, the mediatizing of the private things has also reach men who can now find, amongst a variety of publications, headlines directed specifically to them. In this sense, the new masculine press copy from the feminine magazines. The structure, the design as well as the specialized contents in the private fields. Even though, the new masculine formats offer a series of characteristics of their own that separate them from their predecessors. This article aims to be an example (via the study of one case) of such treatment segregated from the private sphere supported by the theoretical frame of Gender Studies and the academic work some experts have elaborated about the subject.

Keywords: Women's press, men's press, women's magazines, gender, feminism

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el mercado ofrece un número de publicaciones, revistas, dirigidas en exclusiva a uno u otro sexo. Este fenómeno, que conocemos como prensa segregada, es muy longevo para las publicaciones femeninas, pero algo más reciente en el caso de las masculinas. La prensa femenina nació como un discurso que recogía "el universo de valores en el que las mujeres podían reconocerse" [1]. Dicho univer-

so, creado, entre otros, por la sociedad decimonónica (tal y como se explicará más adelante) persiste actualmente, aunque con las variaciones propias de la época. Se trata, pues, de una recopilación de valores asociados a la esfera de lo privado, que, si bien son "temas y aspectos que han preocupado y preocupan a las mujeres, también deberían preocupar a los hombres: las relaciones sentimentales, la familia, la pareja, el hogar, la alimentación, el cuidado de la casa, las emociones" [1].

En la década de los 80 del siglo pasado, nacieron las revistas masculinas que conocemos hoy en día. Inspiradas en la prensa femenina, tematizaban el discurso de lo privado, tradicionalmente dirigido exclusivamente a las mujeres, de ahí que en el título de este artículo se hable de *lo femenino*. Siguiendo la línea de la autora Juana Gallego, creemos necesaria una apertura de la esfera privada hacia el sexo masculino, por tanto, en un principio, dicha apertura podría suponer cierto avance. Sin embargo, la mediatización masculina de los aspectos pertenecientes al ámbito privado se ha elaborado desde una óptica de enaltecimiento, así, temas similares son tratados bajo diferentes perspectivas y con lenguaje dispar, lo que dificulta la reconciliación entre los géneros. "El mundo ha sido explicado por los hombres, y todo lo que ellos han hecho o dicho ha sido siempre más importante que las cosas por las que se han interesado las mujeres" [1].

2. LO *FEMENINO*

Los medios de comunicación apoyan y perpetúan el discurso de lo *femenino*. Este discurso se encuentra inevitablemente ligado al concepto de género, el cual, "es de orden psicológico y cultural, se corresponde con la masculinidad y la feminidad sin hacer referencia a la anatomía y fisiología" [2]. Mientras que el sexo trata características estrictamente biológicas, el género habla de los comportamientos que culturalmente se han asociado a cada persona por poseer un cuerpo leído como masculino o femenino. Los estudios antropológicos realizados por Margaret Mead durante los años 20 del siglo pasado en las primitivas tribus de Nueva Guinea, sirven de ejemplo para constatar que los modelos de "masculinidad" y "feminidad" varían en función de cada cultura y momento histórico, eso sí, "por regla general, se ha encontrado que en casi todas las culturas es el dimorfismo sexual externo lo que inaugura el proceso de atribución del género, que el entorno se encargará de desarrollar" [2]. En este sentido, son las personas socializadas quienes configuran la conducta del recién nacido o nacida partiendo de su genitalidad.

Los modelos de masculinidad y feminidad, por tanto, responden a una construcción cultural a través de la cual el grupo poblacional asigna una serie de características, roles, actitudes, intereses, comportamientos, derechos, deberes, prohibiciones y privilegios a las personas en función de su sexo. Aunque no exista una globalización de los modelos genéricos, recordemos que varían según el contexto cultural y temporal, sí existe una constante y es que "se observa como un hecho común a casi todas las culturas que el modelo de masculinidad aparece más valorado y goza de mayor prestigio social que el modelo asignado a las mujeres" [2]. En este sentido, las actividades y comportamientos asociados con la feminidad se sienten infravalorados, mientras que no ocurre lo mismo con los masculinos, que son los que culturalmente se enaltecen. Así, en nuestra sociedad, todo aquel ejercicio que lleve la coletilla "doméstico" se verá devaluado (economía doméstica, cuidados domésticos, trabajo doméstico) por tratarse de un ámbito asociado al sexo femenino, mientras que similares actividades proyectadas en el espacio público gozan de una alta estima (economía pública o mac-

roeconomía, medicina, trabajo remunerado), ya que han sido los hombres quienes, en mayor medida, las han desarrollado tradicionalmente: "la actividad del varón gozará, de modo axiomático, de mayor prestigio y recibirá mayor remuneración, por hallarse ligada a un poder y a una posición social superiores" [2].

Para entender el concepto actual de *lo femenino* deberíamos retrotraernos hasta el siglo XIX que fue, precisamente, cuando se produjo "el estallido de la prensa femenina" [3]. La industrialización que vivió Europa durante las primeras décadas de este siglo afianzó, entre otras, la sociedad de clases, el universo burgués e incrementó la urbanización. También, configuró un nuevo sistema de género que resultó decisivo en la emergente sociedad clasista, sistema que, posteriormente, influiría dentro de "la creación de identidades y arquetipos masculinos y femeninos que traspasaban las fronteras de las clases sociales para convertirse en patrones y valores culturales comunes en la sociedad" [3]. De este modo, se fraguó el discurso de la domesticidad, el cual hablaba de un prototipo de mujer que se generalizó por toda la sociedad occidental y que se basó "en el culto a la maternidad como máximo horizonte de la realización femenina" [4].

El nuevo modelo de mujer era denominado "Ángel del Hogar" y se internacionalizó gracias, entre otras cosas, a que rápidamente lo acogió la literatura. En Inglaterra en 1854, Coventry Patmore publicó el poema *The Angel in the House*, que contó con unos muy buenos índices de popularidad, y que definía a la mujer ideal en términos de "pura, angelical, inocente, asexuada y abnegada, esposa, madre y ama de casa" [4]. Por su lado, desde Estados Unidos se lanzó, en 1836, *The Young Lady's Own Book: A Manual of Intellectual Improvement and Moral Deportment* (El libro propio de una joven dama: un manual de mejora intelectual y de conducta moral) donde podemos leer de las mujeres que "su corazón debe estar en casa. Ella no debe buscar ningún tipo de emociones, pero debe encontrar su placer igual que su ocupación en la esfera que le es asignada" [4]. A estas les siguieron otras muchas publicaciones: literatura, prensa, novelas y relatos, pero, también, otras de corte médico y científico que aportaban autoridad al discurso emergente. En todas ellas se enfatizaba el rol maternal y de esposa, dedicada por completo a sus hijos e hijas. No ocurre lo mismo con los hombres para quienes "trabajo y ocupación configuraron los pilares identitarios de la masculinidad moderna" [4].

La identidad de las mujeres se formula a partir de la asunción de las prestaciones inherentes en la figura de madre y esposa. Esto implica, necesariamente, que se concibe el trabajo en el hogar cual prestación natural de la condición de mujer, hecho que refuerza la visión "del trabajo remunerado femenino como ayuda puntual y complementaria frente al canon del trabajo masculino" [5]. De este modo, les fue negada una identidad de trabajadoras, y aunque muchas sí la tenían porque existía "una realidad generalizada del trabajo asalariado femenino" [5], el cual era vital en la economía familiar, no existía un reconocimiento total del mismo. La consideración negativa del trabajo de las mujeres, en tanto desviación del modelo femenino, impidió que se convirtiera en una seña identitaria, es más, hubo todo un proceso de invisibilización e infravaloración del mismo "que dificultó el asentamiento de una identidad femenina que incorporara el perfil de trabajadora y profesional junto a la de madre y esposa hasta la segunda mitad del siglo XX" [4].

Así pues, heredamos dos esferas culturalmente delimitadas: la esfera privada y reproductiva, ligada al sexo femenino, y la pública y productiva, entendida como pro-

pia de los varones. Esta diferenciación de tareas "ha llevado también a una minusvaloración de todo aquello que ha quedado en el lado doméstico o privado: el mundo del cuidado, de los afectos, de lo cotidiano" [6]. No solo existe una minusvaloración de la esfera privada, si no que todo lo relacionado con ella recibe la etiqueta de *lo femenino*.

3. PRENSA SEGREGADA

La prensa tradicional ha ofrecido una amplia cobertura de la esfera pública, dejando a un lado el discurso de lo privado. Así, el ocasional tratamiento de los intereses privados por parte de la prensa se configuró en femenino, pues este, el privado, era el campo *propio* de las mujeres. En este sentido, dicha categoría "aparece dentro de la prensa general, formando parte de ella como una subárea (…). Un ejemplo de ello, en España, es la página *Mujeres* que incluye el diario *El País* los domingos" [6].

Si bien la prensa generalista ha reservado un pequeñísimo espacio al tratamiento de lo privado, también es cierto que existen una serie de publicaciones autónomas que han tematizado su contenido en torno a dicha esfera. Así, frente a la prensa que cubría los asuntos públicos, nacieron unas incipientes cabeceras que respondían al discurso de lo privado y que, como cabe esperar, estaban dirigidas a las mujeres.

3.1. Prensa femenina

Acerca de la prensa femenina, tal y como nos desvela la autora Isabel Menéndez, "alguien podría pensar que se trata de un discurso sobre productos de higiene femenina o incluso de ginecología, ya que son ésas las únicas variables que pueden ser significativamente diferentes entre hombres y mujeres" [6], sin embargo, la prensa femenina se articula en torno a la esfera privada y, los temas abordados responden, a grandes rasgos, a las siguientes temáticas: relaciones familiares en sentido amplio, asuntos relacionados con el hogar, aspectos de cuidado personal, salud femenina, aspectos prácticos de la vida cotidiana (siempre desde un tratamiento no muy profundo y con un enfoque pragmático) algunas pinceladas de cultura y entretenimiento y, finalmente, espacios clásicos como el horóscopo, parrilla televisiva o consultorios de diversos tipos [6].

En España, encontramos la primera referencia sobre prensa dirigida a mujeres en el año 1978 bajo el título de *La Pensadora Gaditana* en 1768. Le sucedieron otras cabeceras, como *El Periódico de las Damas* (1822), que consolidaron el género hacia mediados del siglo XIX. Si bien el estallido sucedió unos pocos años más tarde, durante la primera mitad de la década de los ochenta, ya que en tan solo cuatro años se editaron hasta dieciocho publicaciones que versaban sobre moda, religión, la condición de la mujer, la higiene… [3]. Debemos recordar, como ya se ha mencionado, que fue precisamente en el siglo XIX cuando la cultura patriarcal acuñó el concepto de *lo femenino*, un espacio simbólico que obedece a principios misóginos y que cuenta con diversos mecanismos de transmisión, entre ellos, gran parte de la nueva prensa femenina.

Más tarde, a mediados del siglo XX, se produjo un cambio en los contenidos de las revistas, transformándolas hasta convertirlas en lo que conocemos hoy día. Se mezclaba el conservadurismo con ciertas cuotas emancipadoras puesto que las publicaciones creaban conciencia de grupo al desvelar temas propios de mujeres, sin embargo, el ideal tradicional estaba altamente presente [3].

Actualmente, aunque la feminidad normativa se haya relajado, los contenidos son solo una evolución propia de la adaptación a los nuevos tiempos. Así, nos encontramos principalmente con un discurso consumista y el culto a la belleza. No se contempla una feminidad heterogénea, ni se trata con normalidad la diversidad de etnias o de orientaciones sexuales. Vemos reflejada una única identidad femenina y el supuesto interés emancipador se ahoga esclavo del discurso consumista [3].

3.2. Prensa masculina

En las últimas décadas, han aparecido también cabeceras dirigidas al público masculino, aunque desde el punto de vista formal no se haya conceptualizado como *prensa masculina* y sí como *estilo de vida*. "Lo que para las mujeres es su esencia, aquello definido simplemente como femenino, para los hombres ha sido ennoblecido mediante una nueva categoría, de nombre tan sugerente y elitista como *Estilo de vida*" [6].

Estas cabeceras reproducen algunas de las características propias de la prensa elaborada para mujeres, pero incluyen peculiaridades como son la inserción de elementos eróticos, pensados para satisfacer al varón heterosexual, o la no identificación con un grupo de iguales, al tratar objetos, acontecimientos (coches, fútbol…) e incluso a los propios individuos desde un punto de vista concreto, frío y distante [7]. En esta misma línea se pronuncia Irene Lozano que, a tenor de las publicaciones editadas en los años 90, resalta la ausencia de conciencia de grupo entre varones. Mientras que sí existen ciertos temas entendidos como *de mujeres* y una mayor identificación intrasexual entre ellas, para los hombres "apenas habría temas que se pudiesen considerar *cosa de hombres* y los que lo eran no requerían el tratamiento privado de los miembros del grupo porque no conllevaban una implicación personal" [8].

El tratamiento que reciben las mujeres dentro de estas publicaciones es altamente objetualizador, así, aparece "desnuda o semidesnuda, en poses eróticas cercanas a lo pornográfico, junto a unos textos en muchos casos denigrantes" [8]. Teniendo esto en cuenta, no es de extrañar que desde la academia se asocie la aparición de la prensa masculina con la irrupción en el mercado de las revistas eróticas, siendo la más precoz *Playboy* en el año 1954, a la que la siguen *Penthouse*, *Union*, *Lettres Magazine*, *Lettres de femmes*, *Newlook* o *Lui*. En España encontramos *Interviú* y *Lib* [8]. Sin embargo, no será hasta la década de los 80 cuando comenzamos a encontrar copias de las revistas femeninas, esta vez sí, dirigidas a hombres. Así, en el año 1986 "se edita *Man* del grupo Zeta que es la réplica exacta de las revistas femeninas consideradas de *alta gama*" [8].

4. ESTUDIO DE CASO: *TELVA* Y *ESQUIRE*

Telva y Esquire son dos publicaciones que, según datos de la Oficina de Justificación de la Difusión, OJD, cuentan con una amplia acogida por parte del público. Aunque podemos encontrar ambas cabeceras bajo el mismo epígrafe, el de "Información Especializada", pertenecen a dos subcategorías distintas. *Telva*, con una difusión de 144.986 ejemplares mensuales (OJD: julio 2013/ junio 2014), se encuentra inscrita dentro de las revistas "Femeninas", mientras que *Esquire*, consumida por 28.202 lectores al mes (OJD: julio 2013/ junio 2014), es situada en "Estilo de vida". Tanto una como otra son las segundas publicaciones más consumidas de su grupo. Se han seleccionado a las segundas en audiencia, y no a las primeras, porque *Telva* y *Esquire* comparten una misma sección entre sus páginas: la de la alimentación. Esta similitud

nos permite analizar el tratamiento que un mismo tema recibe en función de si su soporte es una revista dirigida a hombres o a mujeres.

La muestra comprende ocho números, cuatro de cada revista, pertenecientes a los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre de 2015.

4.1. Telva

Telva, con más de cinco décadas a sus espaldas, es una revista de alta gama dirigida a mujeres. De creación española "se ha convertido en el referente máximo de las nuevas tendencias en moda, belleza y estilo de vida"[1] asegura Olga Ruiz, directora de la misma. La publicación abarca "belleza, moda, estilo de vida, cocina, niños, joyas y accesorios". Sus lectoras comprenden entre los 25 y los 64 años[2].

TELVA	
Nombre	*Telva*
Sitio web	www.telva.com
Origen	España
Grupo editorial	Unidad Editorial Revistas, S.L.U.
Primer número	1963
Periodicidad	Mensual
Difusión	135.063 (OJD: julio 2015/ junio 2016)
Precio	3,95€ edición normal 1,90€ edición de bolsillo
Distribución	Alemania, Austria, Bélgica, Francia, Grecia, Italia, Reino Unido, Irlanda, Luxemburgo, Malta, México, Portugal, Suiza.

La revista no se encuentra especialmente estructurada, y distribuye su contenido entre secciones, entrevistas, reportajes, bloques de contenidos… Sus secciones fijas son *Tiempo libre* y *Lo último*. Por su lado, *Moda,* y *Cocina*, aparecen siempre en forma de bloque de contenidos. Lo mismo ocurre con *Decoración* que, aunque no lo encontremos en todas las revistas, se trata de una temática muy recurrente.

- *Tiempo libre*: son contenidos de ocio y cultura, entre los que podemos encontrar recomendaciones de cine, música, arte, libros, teatro, hoteles, programación televisiva, exposiciones… Además de entrevistas o reportajes a diferentes artistas.
- *Lo último*: esta sección lanza las últimas novedades que del mercado sobre moda y belleza. En muy menor medida, dicha categoría incluye temas como son el motor ("*Con 1001 opciones para personalizar*" se centra en la capacidad de personalización de los accesorios de un nuevo coche y "*En ruta con… Alex Gonzalez*", aunque promociona un vehículo, la realidad es

[1] Véase información publicada en 2016: *Unidad Editorial*. *Telva*. Recuperado el 16 de noviembre de 2016 de http://www.unidadeditorial.es/producto.aspx?id=telva

[2] Véase información publicada en 2016: *Unidad Editorial. Telva*. Recuperado el 16 de noviembre de 2016 de http://www.unidadeditorial.com/publicidad/Revista/telva.html

que leemos una entrevista personal al actor) o pinceladas de salud (¿es sano comer lácteos después de la lactancia?).

- *Moda*: aquí es donde tienen cabida los grandes fotorreportajes en los que las diferentes marcas pueden promocionar sus últimas prendas o accesorios.
- *Cocina*: se trata, principalmente, de recetarios que enumeran los ingredientes necesarios y los pasos a realizar para conseguir cocinar uno u otro plato.
- *Decoración*: de qué color pintar las paredes, cómo colocar la vajilla cuando haya visitas, vestir la casa para Navidad o decorar una terraza o el porche son algunos de los temas tratados dentro de esta sección.

4.2. Esquire

Esquire es "La revista para hombres interesantes" según el eslogan de la propia publicación. Esta revista de alta gama nació en Estados Unidos hace más de ocho décadas. Su editorial, Spainmedia Magazines, nos informa de que va dirigida a "hombres intelectualmente curiosos. Atentos a la actualidad, la moda y el estilo de vida". Además, ofrece "artículos sobre diversos temas, desde política hasta salud, pasando por la moda, el arte o la gastronomía". El 74% de sus lectores comprenden entre 30 y 50 años.[3]

ESQUIRE	
Nombre	*Esquire*
Descripción	La revista para hombres interesantes
Dirección online	www.esquire.es
Origen	Estados Unidos
Grupo editorial	Spainmedia Magazines, S.L.
Primer número	2007 (España)
Periodicidad	Mensual
Difusión	18.188 ejemplares (OJD: julio 2015/ junio 2016)
Precio	3,50€ edición normal
Ediciones internacionales	Bulgaria, China, Colombia, Corea, Estados Unidos, Filipinas, Grecia, Holanda, Hong Kong, Indonesia, Kazajistán, Latinoamérica, Malasia, Oriente Medio, Reino Unido, República Checa, Rumanía, Rusia, Serbia, Singapur, Tailandia, Taiwán, Turquía y Vietnam.

Al analizar la distribución interior de *Esquire,* nos encontramos con que ofrece una estructura de contenidos mayor que en el caso de Telva. Esta publicación cuenta con las siguientes secciones, las cuales se repiten sin excepción en todos los números: *Checkin*, *Gastro*, *El gurú*, *Grooming*, *Business Class*, *Estilo* y *Checkout*.

- *Checkin*: se trata de la sección que abarca los temas de ocio-cultura, además de reportajes sobre distintas personalidades. Así, encontramos cine, arte, música, danza, fotografía, literatura, televisión o poesía.

[3] Véase información publicada en 2016. *Spainmedia. Esquire*. Recuperado el 16 de noviembre de 2016 de http://spainmedia.es/esquire/

- *Gastro*: trata los temas referentes a alimentación y gastronomía. Encontramos pequeños artículos sobre cócteles, aceites, restaurantes, vinos… Contiene, también, algún recetario e incluye entrevistas a chefs de cocina.
- *El gurú*: ofrece propuestas de consumo, sobre moda, relojes, cosméticos, fragancias, coches…
- *Grooming*: se trata de una sección similar a la anterior.
- *Business Class*: en esta sección tienen cabida los reportajes a empresarios exitosos, bajo títulos tan sugerentes como puede ser el de "Ejecutivo del mes".
- *Estilo*: está compuesta por fotorreportajes de moda.
- *Checkout*: incluye, principalmente, nuevas tecnologías y mundo del motor.

4.3. "Cocina" en Telva, "Gastro" en Esquire

Como mencionábamos al principio del artículo, el recorrido histórico de la prensa femenina es mucho mayor que el de la prensa masculina, hecho que ha propiciado que sea el contenido de las revistas femeninas el que haya servido de inspiración a la hora de crear una prensa masculina. En este sentido, *Telva* y *Esquire* comparten algunas de sus secciones. Así, *Tiempo libre* en *Telva* se corresponde, por la naturaleza de sus contenidos, con *Checkin* de *Esquire* (ambas son agendas de ocio y cultura). *Lo último (Telva)*, que introduce novedades del mundo de la moda y la belleza, se ve recogida en *El gurú* y *Grooming (Esquire)*, mientras que *Moda (Telva)* y *Estilo (Esquire)* también son homólogas. Finalmente, y en lo referente a la alimentación, *Telva* cuenta con el bloque temático *Cocina* mientras que en *Esquire* dichos contenidos se agrupan bajo la etiqueta *Gastro*.

Para el análisis de contenido comparativo, contamos como muestra con las revistas del año 2015. En este caso, hemos seleccionado las secciones *Cocina* y *Gastro* las cuales pretendemos poner en común y así extraer tanto las similitudes como las diferencias de temática o enfoque.

Telva agrupa sus contenidos de alimentación bajo el epígrafe *Cocina,* el cual se encuentra en las páginas finales de la revista, y ofrece otros llamados *gastronomía* dispersos a lo largo de la revista. La sección de *Cocina* ocupa un total de 100 páginas, el ejemplar que más espacio destina a este bloque suma 12 páginas (julio), mientras que, los que menos le destinan, reservan 7 (enero, abril, mayo, agosto y septiembre). Existe dos temas que se repiten a lo largo de todo el 2015: los recetarios y la *Escuela de cocina Telva.*

Los recetarios suponen una sección fija que, en total, ocupa 76 páginas de las 100 y, paso a paso, enseñan a sus lectoras a elaborar hasta 88 recetas, tanto de entrantes, primeros platos, segundos y postres. Estas recetas, por norma general, aparecen acompañadas de grandes fotografías del alimento ya cocinado, junto con las instrucciones necesarias para sacar adelante el plato. Suelen agruparse bajo temáticas: "*Salsas frías", "Tentadores frutos rojos", "Marinados con sabor", "Comer con los dedos"* o en el epígrafe *Menú paso a paso* que sugiere un servicio completo.

Mientras, la *Escuela de cocina* comprende una recopilación de clases, cursos y monográficos sobre cocina, presentes en Madrid y Barcelona. También ofrece propuestas para niños, niñas y adolescentes (talleres o campamentos). Suele incorporar recetas (patrocinadas por alguna marca) en este caso, durante 2015, encontramos 12. El número de páginas destinadas a *Escuela de cocina* son 13.

En los meses de febrero, mayo y octubre, tres artículos de una página tratan el tema protocolario. Así, en "*Cómo prepara la casa*", "¿Cómo me organizo?*"* y "*Cómo servir tu cóctel*" se explica las pautas y se ofrecen consejos a la hora de seleccionar el menaje, poner la mesa, elaborar la lista de la compra, calcular los tiempos de cocina, u ofrecer un servicio excelente.

Finalmente, encontramos dos entrevistas a lo largo de los 12 números de 2015. La primera, en el mes de julio, va dirigida a la escritora de cocina y gurú televisiva italiana Csaba dalla Zorza. Bajo el epígrafe de *Recibir en casa*, la entrevista combina preguntas sobre su hogar en Cerdeña con sus gustos culinarios. Incluye, además, una receta fría de ensalada. Dicho reportaje ocupa 10 páginas. La segunda entrevista la leemos en el ejemplar de agosto y es a Sesé San Martín, la directora de la Escuela de Cocina *TELVA*. Se trata de una pequeña entrevista de una página en la que explica cómo se organiza para cocinar en su casa y sus platos que no fallan. Incluye, también, una receta de crema suave de tomate.

Los recetarios, las propuestas de cursos y clases desde la Escuela de Cocina *TELVA*, las lecciones de protocolo y las dos entrevistas comprenden el total de los contenidos de la sección de *Cocina,* que como ya se ha mencionado, suman 100 páginas con 95 recetas en total.

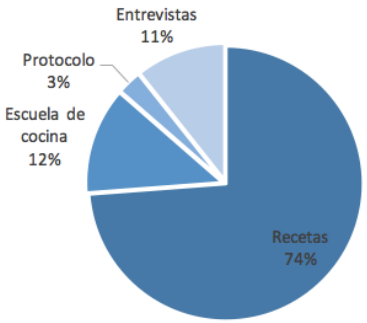


Figura 1. Contenidos Telva

Gastro es la segunda sección que encontramos en la revista *Esquire*. Se compone, en su mayoría, de propuestas de consumo sobre bebidas o alimentación. Incorpora también, recomendaciones de restaurantes, entrevistas a chefs de cocina o personalidades vinculadas al mundo de la alimentación o la restauración y, en menor medida, recetas y algún apunte sobre utensilios para usar en la cocina. Abarca un total de 72 páginas.

El ítem más recurrente son las propuestas de consumo sobre bebidas, todas ellas alcohólicas (cócteles, vino, cerveza, ron, ginebra, vermú, champagne, vodka y whisky) a excepción de un artículo en el mes de abril donde nos proponen distintos tipos de café. Son 26 páginas dedicadas a este tema. Le siguen las recomendaciones de distintos locales del mundo de la restauración, los cuales nos son presentados, o bien en forma de pequeños reportajes, o bien como directorios. El espacio total es de 13 páginas. Muy de cerca, con dos páginas menos, encontramos las propuestas de consumo de distintos alimentos (queso, aceite, helado, salsas gourmet, productos ibéricos o foie), con un espacio total de 11 páginas.

El cuarto espacio son las entrevistas a Diego Guerrero (chef de cocina), Quique Dacosta (chef de cocina), Jorge Dávila (director de sala), Paris Durante (barman), Ángel León (chef de cocina), Eder Montero (chef de cocina) y Dario Cecchini (carnicero). Un total de siete entrevistas distribuidas en 9 páginas, las mismas que la revista ha reservado a las recetas. En un reportaje titulado "*Los mejores bocadillos de los Estados Unidos*", se enseña cómo elaborar cuatro rellenos para cuatro bocadillos. Las otras tres recetas son, dos sobre preparación de cócteles y una para cocinar tartar de salmón. Finalmente, cuatro páginas están destinadas a presentar una gama de cuchillos, una cubitera y una vinoteca.

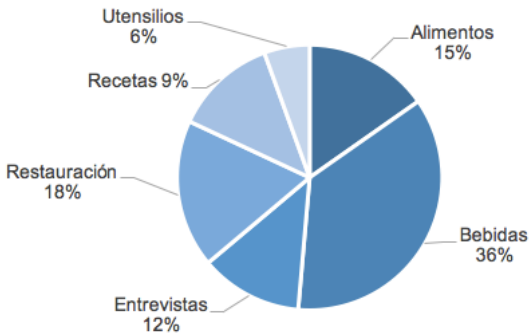


Figura 2. Contenidos Esquire

4.4. Dialogo

Las diferencias entre las secciones de *Cocina* y *Gastro* son evidentes. Mientras que *Cocina,* perteneciente a *Telva*, reserva un mayor espacio a las recetas, suponen un 74% sobre el total de los contenidos, *Gastro* tan solo le dedica un 9%. Además, las recetas son de distinta índole ya que de entre las 7 recetas de *Esquire*, en 4 propone rellenos para bocadillos y 2 simplemente son elaboraciones de cócteles (bebidas). La última, el tartar de salmón, sí se corresponde con las desarrolladas en *Telva* que, recordemos, suman un total de 88 recetas.

En *Gastro* encontramos muchas propuestas de consumo, tanto de bebidas, en su mayoría alcohólicas, (36% de los contenidos), como de alimentos (15%), todos ellos gourmet. También vemos propuestas de ocio referentes al mundo de la restauración en el 18% de sus páginas. Estas categorías no se encuentran contempladas en la sección *Cocina* de *Telva*. Lo que sí comparten son las entrevistas, aunque el número en *Gastro* es mayor que en *Cocina*, 7 frente a 2. Por su lado, el tipo de preguntas difiere, pues *Telva* pregunta a sus dos entrevistadas acerca del tipo de cocina privada que preparan, la que elaboran en sus casas, mientras que *Esquire* realiza un recorrido profesional de sus entrevistados.

5. CONCLUSIONES

En primer lugar, encontramos que en *Esquire* los contenidos sobre alimentación se han volcado de una manera un tanto elitista. Partiendo del propio nombre de sección, *GASTRO alimento para paladares exquisitos*, el cual no tiene nada que ver con *Cocina* de *Telva.* Además, mientras que *Telva* se centra en el desarrollo de la vida privada, en cómo ser mejor cocinera o la perfecta anfitriona, *Esquire* propone

tiempos de ocio en los restaurantes y locales de moda, muestra diversas marcas de bebidas selectas y vinos refinados, los últimos y mejorados cócteles o los alimentos gourmet. En este sentido, *Gastro* propone un disfrute de la alimentación no apto para todos los bolsillos, pero, sobre todo, incide en disfrutarla lejos de la esfera privada. No sucede lo mismo con la sección de *Telva*, la cual vertebra sus contenidos alrededor de la cocina de la propia lectora. Los únicos momentos en los que insta a salir a la calle se corresponden con los cursos y clases propuestos desde *Escuela de cocina TELVA*, subsección que no olvida la inclusión de los niños y niñas en algunos de los talleres, haciendo, de nuevo, hincapié en la vida familiar. Tampoco las entrevistas de *Telva* reflejan atisbos de la esfera pública puesto que las preguntas son de índole personal, olvidando la parte profesional de la entrevistada. Caso contrario ocurre en *Esquire,* que nos muestra las carreras profesionales de siete varones.

Tras este análisis, se podría concluir diciendo que ninguna de las dos revistas propone una ruptura de roles. Aunque *Esquire* ha incluido entre sus páginas un elemento tradicionalmente femenino, sin embargo, el enfoque no se presta a que los hombres desempeñen la cocina entendida como factor privado de vida y sí como una actividad pública y de ocio. Mientras, *Telva* propone a las mujeres la elaboración de los platos, siempre desde la responsabilidad del abastecimiento familiar. En este sentido, ambas publicaciones perpetúan imágenes manidas que siguen encerrando a hombres y mujeres dentro de dos esferas que, en este caso concreto, la prensa segregada encuentra herméticas e irreconciliables.

REFERENCIAS

[1] Gallego, J. (2006) "Prólogo". En Menéndez, Isabel: El zapato de Cenicienta. El cuento de hadas del discurso mediático. Trabe, Oviedo, pp. 11-16.

[2] García-Mina, Ana María (2003): Desarrollo del género en la feminidad y la masculinidad. Narcea, S.A. de ediciones, Madrid, pp. 57.

[3] Menéndez, I. (2012): "La evolución de la prensa femenina en España: de La Pensadora Gaditana a los blogs", en Comunicació: Revista de recerca i d'anàlisi, mayo de 2013, Vol.30 (1), pp. 25-48.

[4] NASH, Mary (2008): "Mujeres, conciencia de género y movilizaciones sociales", en CAPEL, R. (Dir.): Cien años trabajando por la igualdad. Fundación Largo Caballero e Instituto de la Mujer, Madrid, pp 118-119

[5] NASH, Mary (2004): Mujeres en el mundo, historias retos y movimientos. Madrid, Alianza Editorial, S.A. pp 38-45

[6] Menéndez, I. (2006): El zapato de Cenicienta. El cuento de hadas del discurso mediático. Trabe, Oviedo, pp. 21-29

[7] Menéndez, I. (2009): "Aproximación teórica al concepto de prensa femenina", en Comunicación y Sociedad, vol. XXII, nº 2 diciembre, Universidad de Navarra, pp. 277-297

[8] Armentia, J. y Marin, MªF. y Ganzabal, M. (2010): "Claves de la construcción de género en las revistas femeninas y masculinas: análisis cuantitativo", en Estudios sobre el Mensaje Periodístico, pp. 259-289

PROGRAMAS EDUCATIVOS SOBRE ALIMENTACIÓN SALUDABLE LLEVADOS A CABO EN LOS TEXTOS DE LENGUA INGLESA (EDUCACIÓN PRIMARIA).

María Isabel Muñoz Fernández.
Doctoranda de la Universidad de Burgos.

RESUMEN:

La entrada en vigor de la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) supone una reforma escolar en la sociedad española. Se establece el currículo básico donde cabe destacar la nueva estructuración del área de Conocimiento del Medio en: Ciencias Naturales y Sociales. Además, la creación en los colegios de Secciones Bilingües hace que estas asignaturas sean impartidas en Lengua Inglesa incorporando nuevos programas educativos relacionados con la alimentación como Healthy Kids Global Programme, EPODE y Hábitos Saludables en la Escuela, por citar tres de ellos a modo de ejemplo. Por ende, el área de Lengua Extranjera: Inglés, modifica sus contenidos.

Palabras Clave: Alimentación, Educación, Salud, Programas.

1. INTRODUCCIÓN

La adquisición de hábitos de vida saludable permite evitar numerosas enfermedades a lo largo de la vida del individuo. La edad escolar es el momento ideal para conseguir buenos estilos de vida relacionados con la alimentación, porque la capacidad de aprendizaje y la asimilación de determinados hábitos son mayores en niños y adolescentes. Es necesario incorporar alimentos de todos los grupos en las cantidades y frecuencias idóneas de acuerdo con las necesidades nutricionales de cada persona siguiendo las distintas etapas del desarrollo evolutivo. De esta forma, el cuerpo adquiere la energía suficiente para realizar todas sus funciones manteniendo una salud óptima. Es conveniente añadir la práctica de la actividad física, puesto que realizada regularmente evitará disfunciones en la edad adulta. (1)

Sin embargo, los estudios realizados tanto en nuestro país como en el extranjero indican que estas recomendaciones no se llevan a cabo. A continuación se van a relatar tres de ellos a modo de ejemplo:

Estados Unidos es uno de los países que manifiesta gran preocupación por este tema, como se detalla en las 5000 páginas del Informe Mc GOVERN, elaborado en 1977 por los más importantes especialistas médicos y nutricionistas estadounidenses, debido a los altos costes que ocasionan las enfermedades cardiacas para la economía americana. Los miembros del Comité reunieron datos sobre los alimentos y la salud de todo el mundo estudiando las causas del aumento de las enfermedades. Este Informe, publicado por National Health Service, concluyó diciendo que los malos hábitos

alimentarios de la población eran los causantes de las 300 muertes diarias debido a la ingesta excesiva de proteínas y grasas en los gruesos cortes de filete o la carne para hamburguesas. (2)

En Francia, el Estudio FLEURBAIX-LAVENTIE VILLE SANTÉ, del año 2009 expresa su preocupación por la obesidad infantil al detectar que un 26 por ciento de los niños y un 24 por ciento de las niñas tienen sobrepeso. De ahí la urgencia del Gobierno francés de realizar Programas educativos basados en los hábitos alimentarios de todos los centros escolares. (3)

En España, las principales conclusiones del Estudio ENRICA, presentado en julio 2012, indican que el 39 por ciento de la población adulta tiene sobrepeso y el 23 por ciento son obesos. Respecto a los datos sobre la población infantil, el Estudio ALADINO del año 2013 recoge que el 26.1 por ciento de los niños de seis a diez años tiene sobrepeso y el 19.1 por ciento de ellos sufre obesidad. Son hechos preocupantes porque esos kilos de más se relacionan directamente con enfermedades cardiovasculares o la diabetes desde edades tempranas. (4)

Datos como los que aquí se describen han dado origen a la creación de diversos organismos e instituciones por parte de los gobiernos de varios países. El objetivo principal es tratar el tema de la obesidad en la población elaborando Programas Educativos Alimentarios así como Talleres Saludables que se impartan en las aulas escolares de todas las edades tanto a nivel nacional como internacional. (5)

1.1. OBJETIVOS

Los objetivos propuestos son los siguientes:

- Fomentar los hábitos saludables en la población escolar.
- Concienciar al alumnado sobre la importancia de una adecuada alimentación.
- Promocionar la actividad física.
- Descubrir menús con dietas equilibradas.
- Identificar bebidas azucaradas y bollería industrial.
- Desarrollar programas sobre nutrición escolar

1.2. HIPÓTESIS

Teniendo en cuenta los objetivos descritos anteriormente, las hipótesis se enumeran debajo:

Hipótesis 1

El tema de la alimentación se estudia en cada uno de los cursos de Educación Primaria.

Hipótesis 2

En el consumo de alimentos aparecen de forma prioritaria: la leche, la carne, el pescado, los huevos, las legumbres, las frutas, las hortalizas y los cereales.

Hipótesis 3

La actividad física está relacionada directamente con la alimentación.

Hipótesis 4

La comida rápida, bollería industrial y bebidas azucaradas están presentes en escasas ocasiones.

Hipótesis 5

El contenido de los textos sobre la alimentación es adecuado para la edad del alumnado.

Hipótesis 6

El juego se desarrolla acompañando a la alimentación en la mayoría de los textos de Lengua Inglesa.

1.3. FUENTES

Por un lado son:

- LEGISLATIVAS
  Se ha elaborado un marco en el que se relatan aquellas Leyes y Reales Decretos correspondientes al B.O.E y otras referidas a la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

Por otro lado:

- MANUALES ESCOLARES.
- SOPORTES DIGITALES.
- HEMEROGRÁFICAS.
- AUDIOVISUALES.
- ORALES.

1.4. METODOLOGÍA.

Se procede a la selección y justificación utilizando diversos métodos:

A- Paradigma Cuantitativo.

Se tiene en cuenta el número de libros de texto estudiados así como los cuadernos de actividades. Son 44 libros que corresponden al área de Lengua Inglesa de cuatro métodos diferentes editados por las editoriales: Oxford University Press y Macmillan Heinemann.

B- Paradigma Cualitativo.

Descripción de los textos que hacen referencia exclusivamente al tema de la alimentación de las dos editoriales citadas anteriormente.

- Little Elephant
- Little Wizard Macmillan Heinemann
- Little Detectives
- Big Red Bus
- Cool Kids Oxford University Presss
- Surprise

C- Análisis Comparativo.

Realización de contenidos de los libros de ambas editoriales contrastando los numerosos datos obtenidos en cada una de ellas.

D- Método Histórico Educativo.

Se ha realizado un breve recorrido por la historia de la Educación haciendo referencia a la importancia que ha tenido el tema de la alimentación en las Escuelas a lo largo de los años.

E- Enfoque Sociológico.

Se ha intentado investigar lo que la sociedad consume habitualmente observando el comportamiento de la población y adquiriendo ejemplares no venales de grandes franquicias como MacDonald´s, Pizza Móvil, Domino´s Pizza, Burger King etc.

2. RESULTADOS.

Se cumplen CINCO de las SEIS hipótesis planteadas.

- La hipótesis Nº 4: La comida rápida, bollería industrial y bebidas azucaradas aparecen en contadas ocasiones", NO se cumple porque hamburguesas, pizzas y bollería están presentes en todos los libros de texto.
- El ejercicio físico va unido al tema de la alimentación y así se manifiesta en los libros de texto concienciando a los escolares para que practiquen todo tipo de deportes fuera del ámbito escolar.
- En los libros se realizan talleres de alimentación donde los alumnos/as pueden probar alimentos con diferentes sabores
- Diferencia entre los libros editados en 2006 y 2011.
- La Pirámide de la Alimentación estudiada a nivel internacional está presente en todos los libros de texto del tercer ciclo de E.P.O de las dos editoriales analizadas: Oxford University Press y Macmillan Heinemann.
  El alumnado conoce los alimentos perjudiciales y beneficiosos para la salud pero necesita el apoyo de su familia y sociedad.

3. CONCLUSIONES.

Las conclusiones son las que se detallan a continuación:

- La comida elaborada se ha ido apoderando de los textos escolares. La revolución de los hábitos alimentarios que existe en la sociedad se refleja en el ámbito escolar.
- Es conveniente recopilar información utilizando otros materiales: periódicos, revistas, material audiovisual e informático.
- Oxford University Press y Macmillan Heineman adaptan la enseñanza del Inglés a las nuevas tecnologías.
- Los medios de comunicación transmiten mensajes publicitarios mezclando alimentación saludable y productos artesanos.
- Los trastornos alimentarios causan graves enfermedades como: anorexia, bulimia y ortorexia muy frecuentes en nuestra sociedad actual desde edades cada vez más tempranas.
- La familia reunida en torno a la mesa, reduce el riesgo de trastorno alimentario.
- Hay varios organismos trabajando en el tema de la alimentación: Fundación THAO, AESAN, SEPEAP, AEPap, OMS, Fundación Alimerca, Instituto Tomás Pascual, 5 al día, Nestlé, Junta Castilla y León.

- Se está trabajando en el tema de los hábitos saludables pero todavía queda un largo camino por recorrer.
- El tema de la alimentación abarca varias áreas donde tiene cabida la Lengua Inglesa.
- Se puede concluir diciendo que la población infantil y juvenil debería olvidar actividades sedentarias como ver la televisión o jugar en el ordenador, participando más en actividades deportivas junto con el consumo de frutas y verduras. Cabe recordar un dicho inglés que está presente en los comedores británicos escrito en grandes paneles con colores vivos "**An Apple a day Keeps the doctor away**" (A diario una manzana es cosa sana).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. D. (2014). Los 97 comedores escolares públicos costarán 23 millones hasta el año 2017. *Diario de León*, 48691, 14-07-2014, 8.

A. G. (2013). Baja el precio de la comida en las escuelas infantiles. *Diario de Burgos*, 38970, 28-06-2013, 24.

AA.VV. (1992). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*; *la búsqueda de los significados*. Barcelona: Paidós.

AA.VV (1993). *La metodología de la investigación histórico-educativa*. Madrid: Uned.

AA.VV. (2001). *Los manuales escolares como fuente para la Historia de la Educación*. Madrid: Uned

AA.VV. (2004). *La investigación como base de enseñanza*. Madrid: Morata

AA.VV. (2009). *The Oxford Dictionary English- Spanish/Spanish- English*. Oxford (UK): Oxford University Press.

AA.VV. (2015). *La cocina de la Salud.* Barcelona: Planeta

Bunge, M. (1976). *La investigación científica*. Barcelona: Ariel.

C. A. (2014). Educación le pide a la AMPA que renuncie por escrito al cátering frío. *Diario de Burgos*, 39504, 17-12-2014, 30.

C. L. (2014). Un nuevo amigo en la mesa. *Diario de Burgos*, 39274, 1-05-2014, 25.

C. R. (2013). Los colegios calculan que cerca de cincuenta niños van a clase sin desayunar. *Diario de Burgos*, 39131, 6-12-2013, 28.

C.T. (2014).Vuelta al cole saludable. *Diario de León*, 48764, 25-09-2014, 5.

Crowther, J. (2010). *Oxford Guide to British and American Culture*. Oxford (UK): Oxford University Press.

D. B. (2013). Gonzalo de Berceo invita a elaborar recetas sacadas de lecturas. *Diario de Burgos*, 39130, 5-12-2013, 16.

D. B. (2014). Devora es Burgos 11, 12 y 13 de abril. *Gente en Burgos*, 726, 10-04-2014, 7.

D. B. (2015). Master Chef toma las aulas. *Diario de Burgos*, 39632, 27-04-2015, 49

Décombaz, J. (1988). *Nutrición para el éxito del deportista*. Barcelona: Reverté.

D. L. (2013). El nutricionista Emilio Blanco explica las claves de la buena alimentación. *Diario de León*, 48288, 3-06-2013, 13.

Danyliw, A., Vatanparast, H., Nikpartow, N., & Whiting, S. (2012). Beverage pattern among Canadian Children and relationship to overweight and obesity. *Applied Psychology*, 37(5), pp. 900-906.

E.F.E. (2013). Unos 11.000 escolares andaluces reciben tres comidas gratis. *Diario de León*, 48289, 4-06-2013, 39.

Fornaca, R. (1978). *La investigación histórico-pedagógica.* Barcelona: Oikos-Tau.

G. A. (2014). Prohibidísimas las dietas de un solo producto. *Diario de Burgos*, 39247, 3-04-2014, 20.

García Villada, Z. (1977). *Metodología y crítica históricas*. Barcelona: El Albir.

G.G.U. (2013). Cruz Roja incluye meriendas en las clases de apoyo al notar que los niños iban con hambre. *Diario de Burgos*, 38959, 17-06-2013, 8.

Hayman, J.L. (1979). *Investigación y Educación*. Buenos Aires: Paidós.

Hearst, M.O., Harnacki, L.J., Bauer, K.W., Earnest, A., French, S., & Michael Oakes, J. (2013). Nutricional Quality at Eight U.S. Fast-Food Chains: 14-Year Trends. *American Journal of Preventive Medecine*, 44 (6), 589-594.

Herrán, A., y Paredes, J. (2008). *La práctica de la enseñanza en Educación Infantil Primaria y Secundaria*. Madrid: Mc Graw – Hill.

I.M.L. (2014). El 20% de los alumnos acuden a diario a clase sin tomar desayuno. *Diario de Burgos*, 39254, 10-04-2014, 29.

I. M. O. (2015). El día a día de un escolar saludable. *Diario de Burgos*, 39493, 6-12-2015, 26

I. P. (2015). Alimentando conciencias. *Diario de Burgos,* 39598, 23-03-2015, 26

I. S. (2014). Duelo de alta cocina entre siete Top chefs en el "Devora, es Burgos". *Gente en Burgos*, 725, 28-03-2014, 7

I. S. (2015). Burgos, ciudad creativa Gastronómica con el proyecto Motores humanos. *Gente en Burgos*, 778, 22-05-2015, 7

J.C.F. (2014). Ponferrada busca apoyos en la iniciativa privada para abrir el cenador escolar. *Diario de León*, 48773, 4-10-2014, 15

J.C.O. (2015). La plataforma por la escuela Pública convoca contra la "línea fría" una cacerolada. *Diario de Burgos*, 39602, 27-03-2015, 29

Jurkoswki, J.M., GreenMills, L., Lawaon, H.A., Bovenzi, M.C., Quartimon, R., & Davison, K.K. (2013). Engaging Low-INcome Parents in Childhood Obesity Prevention from Sart to Finish: a Case Study. *Journal of Community Health*, 38, 1-11.

Laird, E. (2011). *Welcome to Great Britain and the U.S.A*. Essex (UK): Longman.

M.A. (2014). Los escolares toman el palacio. *Diario de León*, 48617, 1-05-2014, 24

O' Driscoll, J. (2013). *Britain*. Oxford (UK): Oxford University Press.

P.A. (2014). El colectivo Slow Food Burgos enseña a una veintena de críos a conocer cómo son los alimentos y a disfrutar de ellos. *Diario de Burgos*, 39498, 11-12-2014, 88

Pike, J. (2010). I don't have to listen to you! You´re just a dinner lady! ': power and resistance at lunchtimes in primary school. *Children´s Geographies*, 8(3), 275-287.

R. L. (2013). Comidas navideñas con cabeza. *Diario de Burgos*, 39128, 3-12-2013, 24.

R. L. (2014). Un estudio sobre obesidad infantil evaluará a cerca de 400 escolares. *Diario de Burgos*, 39231, 18-03-2014, 26

R. P. (2013). ¿Existe la adicción a la comida? *Diario de Burgos*, 39127, 2-12-2013, 61.

S. L. (2014), Gastro-Burgos, 25 actuaciones para "internacionalizarnos". *Gente en Burgos*, 720, 27-02-2014, 7.

S. L. (2015). Burgos aspira a ser ciudad creativa de la gastronomía por la UNESCO. *Gente en Burgos*, 776, 8-05-2015, 3

S.P.C. (2015). CCOO denuncia más problemas en el menú de 5 comedores escolares. *Diario de Burgos*, 39655, 20-05-2015, 50

S. R. (2015). La horticultura y la buena alimentación también se aprenden en el colegio. *Diario de Burgos*, 39641, 6-5-2015, 30

SEPEAP. (2013). La importancia de las vitaminas en la dieta. *El periódico de la Farmacia*, 139, junio 2013, pp.10.

Sherman, J., Bphil, M.A., & Muehlhoff, E. (2007). Developing a Nutrition and Health Education Program for Primary Schools in Zambia. *J. Nutr. Educ. Behav*, 39, 335-342.

T. C. (2014).Verdades de la leche. Diario de León, 48610, 24-04-2014, 7

Tiana Ferrer, A. (1988). *La investigación histórico-educativa actual. Enfoques y métodos*. Madrid: Uned

U. G. G. (2013). Anorexia y bulimia obligan a ingresar a 50 personas cada año. *Diario de Burgos*, 39106, 11-12-2013, 18.

WEBGRAFÍA

- Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. http://www.aesan.msc.es (Consultado 20/12/2015).
- Asociación Española de Pediatría. http://www.aepap.org (Consultado 22/9/2016).
- Cinco al día. http://www.5aldia.com (Consultado 6/11/2015).
- Consejo Europeo de Información Alimentaria (EUFIC). http://www.eufic.org (Consultado 4/12/2015).
- Dieta equilibrada y salud. http://www.nutricion.org (Consultado 10/01/2016).
- Disfruta de la fruta. http://www.frutopiaencasa.com (Consultado 12/02/2016).
- Encuentro entre Profesionales y Amantes de la cocina. http://www.madrier.es (Consultado 14/03/2016).
- (1) Encuesta Nacional Alimentación. http://www.aesan.msc.es (Consultado 8/08/2016).
- Ernesto Pollitt. http://epollitt@ucdaris.edu (Consultado 2/10/2016).
- (4) Estudio Enkid. http//www.grupoharicana.com (Consultado 15/11/2015).

- (5) Estudio Fleurbaix- Laventie Ville Santé.
  http://www.epode-european-network.com (Consultado 28/09/2016)
- Estudio Enrica y Aladino.
  http://www.observatorio.naos.aesan.mssi.gob.es (Consultado 26/11/2015)
- Evolución de la Alimentación en los españoles en el pasado siglo XX.
  http://www.biblioteca.universia.net (Consultado 28/09/2016).
- Food and Travel.
  http://www.foodandtravel.com (Consultado 15/06/2015).
- Frases de Educación.
  http://www.proverbia.net (Consultado 15/05/2016).
- Fundación Alimerca.
  http://fundación@alimerca.es (Consultado 17/04/2016).
- Fundación Robert Wood Johnson.
  http://www.rwif.org (Consultado 10/05/2015).
- Fundación Thao.
  http://thaoweb.com/es/programa_thao (Consultado 15/05/2016).
- Fundación Tomás Pascual Nutrición.
  http://www.institutopascual.es (Consultado 09/05/2015).
- Greca y Mipesbur.
  http://www.aytoburgos.es (Consultado 15/05/2016).
- Guía Infantil.
  http://www.guiainfantil.com (Consultado 15/05/2015).
- Instituto Alimentación en España.
  http://www.dietamediterranea.com (Consultado 15/05/2015).
- Instituto Europeo de Historia de la Alimentación.
  http://www.ieha.asso.fr (Consultado 11/02/2016)
- Instituto Tomás Pascual Nutrición.
  http://www.institutopascual.es (Consultado 15/05/2015).
- La dieta de nuestros hijos.
  http://www.dietas.net (Consultado 11/05/2015).
- (3) Metodología Epode.
  http://www.educastur.es (Consultado 18/05/2016).
- Nacidos en España. Admirados en el mundo.
  http://www.magrama.gob.es (Consultado 15/05/2015).
- (2) National Health Service.
  http://www.nhs.uk(Consultado 15/05/2015).
- Oldways Preservation Exchange Trust.
  http://www.ugr.es(Consultado 15/05/2015).
- Organización Mundial de la Salud.
  http://www.who.in/topics/nutricion/es (Consultado 15/05/2015).
- Pirámide de la Alimentación.
  http://nsalud.piramide-alimentacion.html (Consultado 7/03/2016).

- Plan de Nutrición y Comunicación para el alumnado de Educación Infantil. http://www.lacteosinsustituibles.es (Consultado 19/05/2014).
- Portal de Educación de la Junta de Castilla y León. http://www.educa.jcyl.es/profesorado/es/actualidad (Consultado 15/05/2014).
- Programas Educativos. http://www.plataformacelac.org (Consultado 1/02/2016).
- Programa Edalnu. http://www.infonutricion.com (Consultado 27/09/2016).
- Programa El viaje de Allikay. http://www.determinantesdesalud.org (Consultado 15/06/2015).
- Programa Escolar Aprender a comer bien. http://www.nestle.es/programaescolar (Consultado 4/09/2015).
- Programa Master Chef. http://www.rtve.es/television/masterchef (Consultado 15/05/2016).
- Programa Nusa. http://www.nusa.es (Consultado 5/07/2016).
- Programa Perseo. http://www.perseo.aesan.msc.es (Consultado 12/03/2015).
- Programa de Prevención de la Obesidad Infantil. http://thaoweb.com/es/programa-thao (Consultado 19/06/2015).
- Programa Tas. http://www.programatas.com (Consultado 15/07/2016).
- Proyecto Educativo Ausolan- Igmo. http://www.ausolan.com (Consultado 5/05/2016).
- Salud Bucodental. http://www.saludcastillayleon.es (Consultado 3/07/2015).
- Sociedad Española de Pediatría Extrahospitalaria y Atención Primaria. http://www.sepeap.org (Consultado 15/03/2016).

CUARTA SESIÓN

José Calaf Chica

Pasado y futuro de la criogenización de los materiales

Pedro Luis Sánchez Ortega

El exceso de confianza, una causa de los accidentes en jornada y en trayecto. Aprender de la discapacidad

Rodrigo Palacios Saldaña

New models of power distribution systems. Smart grids and distributed generation

Fernando Feijoo García

El espectro compuesto como herramienta para la detección de desequilibrios rotantes en maquinaria

Virginia Ahedo García

Estudio mediante el coeficiente de máxima información de las posibles asociaciones entre las variables de los test EPR y PAP empleados para caracterizar la corrosión por picadura en uniones de acero inoxidable AISI 304 soldadas por resistencia por puntos

Juan García Cuadrado

Comportamiento de las escorias de acería en morteros de cal

PASADO Y FUTURO DE LA CRIOGENIZACIÓN DE LOS MATERIALES

José Calaf Chica[1]
[1]*Departamento de Ingeniería Civil (Universidad de Burgos)*

RESUMEN

Los tratamientos criogénicos no tienen más de un siglo de historia y ya han suscitado en fabricantes y académicos pensamientos antagónicos de esperanza, perspectiva, desilusión y recelo. Su evolución está jalonada por tristes épocas de investigaciones con resultados manipulados o incoherentes, y otros momentos de profunda indagación científica que ha ofrecido más luz a un tratamiento enigmático hasta hace no muchos años.

En este estudio se busca profundizar en el comportamiento del acero inoxidable endurecido por precipitación 15-5 PH tras un tratamiento criogénico en base a la respuesta comparativa de una batería de ensayos de desgaste Pin-on-Disk.

Palabras clave: Criogenización, 15-5PH, Pin-on-Disk.

1. INTRODUCCIÓN HISTÓRICA

El procesado criogénico de materiales, también apodado como tratamiento criogénico y otras veces de forma errónea como revenido criogénico, es un proceso que utiliza las temperaturas criogénicas para lograr la mejora de las propiedades mecánicas de los materiales. El valor de temperatura a partir del cual se considera que un tratamiento es criogénico no está aún normalizado, pero la literatura reciente [1] lo divide en dos procesos:

- Tratamientos subcero: cuando el material es expuesto durante un periodo de tiempo a temperaturas negativas de hasta 193ºK (-80ºC).
- Tratamientos de criogenización profunda (DCT): cuando el material es enfriado lentamente hasta los 77ºK (-196ºC).

La primera crónica sobre el uso de las bajas temperaturas con el objetivo de alterar las propiedades mecánicas de un material data de mediados del siglo XIX [2]. Los relojeros suizos descubrieron que al dejar los delicados engranajes y las diminutas piezas de sus ingenios enterrados en la nieve, en el interior de cuevas de las cordilleras durante los días de invierno, la vida y la durabilidad de estos componentes se veían extendidas. Además, durante el proceso de mecanizado de estas piezas, se generaban menos deformaciones y alteraciones de sus dimensiones, logrando una mayor precisión en la medida final del componente.

Figura 1. Reloj suizo del siglo XIX

Durante la primera mitad del siglo XX, algunos fabricantes de herramientas y matrices comenzaron a congelar sus componentes como uno más de los pasos de los tratamientos de mejora de sus materiales. Durante la década de 1930 el fabricante de aeronaves y motores alemán Junkers experimentó con el uso de las temperaturas subcero para el tratamiento de alguno de los componentes más críticos de sus aviones. A comienzos de los años 40, una compañía de cuchillos de Massachusetts implementó también este proceso en la fabricación de sus productos. También hay noticias del uso de la criogenización durante la Segunda Guerra Mundial sobre todo tipo de componentes de maquinaria y vehículos para mejorar su resistencia al desgaste.

Habría que esperar hasta la década de los 60 para que se llevara a cabo un estudio científico de los tratamientos criogénicos en busca de las causas origen de las mejoras mecánicas que generaba. Dicho trabajo vino de la mano de un equipo de ingenieros de la NASA, debido a que tras el estudio de las propiedades mecánicas de los componentes de los transbordadores espaciales que habían sufrido las condiciones extremas del espacio exterior, se descubrió que éstas habían mejorado sensiblemente. Éste fue el inicio de un periodo de profundización e investigación de los tratamientos de criogenización.

Figura 2. Transbordador espacial Atlantis

Durante los años 70 hubo una ola de empresas y pseudoinvestigaciones que abalaban el uso de este tratamiento para todo tipo de materiales sin ninguna base científica. Se motivó la aparición de artículos que corroboraban mejoras mecánicas espectaculares que posteriormente se demostraron falsas, incoherentes y manipuladas. Estos bulos no hicieron sino generar un estigma sobre este tratamiento que aún perdura en algunos sectores de la industria, limitándose su uso para determinados materiales y aplicaciones.

A partir de los 80, el doctor Randall Barron condujo una serie de proyectos de investigación centrados en los aceros herramienta donde corroboró una mejora espectacular (718%) de la resistencia al desgaste de los aceros (AISI D2) sometidos a tratamientos criogénicos [3,4]. Durante los últimos años el mundo académico ha mostrado un interés creciente hacia este tratamiento, que ha resucitado la investigación de la criogenización ampliándose incluso su campo de interés hacia nuevos materiales.

Aunque se han llevado a cabo recientemente gran número de estudios que compilan las mejoras observadas en pruebas mecánicas y ensayos tribológicos, pocas son las investigaciones que han relacionado estos resultados con los estudios micrográficos necesarios para comprender y explicar el origen y la causa de estos cambios de comportamiento y capacidad del material. Esto ha generado que los fabricantes aún no confíen en la criogenización más allá de su uso en los aceros herramienta.

A todo ello se suma los pocos estudios existentes que profundicen en la identificación de los parámetros más óptimos para el desarrollo de un tratamiento de criogenizado que maximice las mejoras que éste pueda generar en los distintos materiales.

2. ACEROS INOXIDABLES ENDURECIDOS POR PRECIPITACIÓN

2.1. Caracterización del material

Los aceros inoxidables endurecidos por precipitación (aceros PH) son aleaciones de hierro, cromo y níquel que contienen uno o más elementos (titanio, aluminio, cobre, molibdeno, etc) que, tras un tratamiento de envejecido, precipitan en la matriz alterando sus propiedades mecánicas. La primera versión comercial de este tipo de aceros fue desarrollada por US Steel en 1946, y fue conocido como acero W (AISI 635) [5]. Tras él, muchos otros fabricantes han ido impulsando la investigación en este campo hasta generar una amplia gama de aceros PH que actualmente se encuentran disponibles en el mercado.

En el caso específico del acero inoxidable 15-5 PH, se trata de un material utilizado en estructura primaria de distintas aeronaves [6], así como en otras aplicaciones de alta responsabilidad mecánica. Muestra unas buenas propiedades de tracción y dureza, con alta resistencia a la corrosión y buenos niveles de tenacidad a fractura. Según normativa ASME [7] este material se codifica como SA-705M tipo XM-12 y tiene la composición química indicada en la Tabla 1. Los elementos de aleación más importantes son el cromo, el níquel y el cobre, aunque también contiene otros componentes como el niobio, carbono y manganeso. La elaboración de este material se lleva a cabo a través de dos tratamientos térmicos: uno de solución donde se eleva la temperatura a 1040ºC y se templa con un enfriado rápido por inmersión en agua; y otro de envejecido donde existen varias opciones de tratamiento en función de las características mecánicas que se busque lograr. La Tabla 2 muestra una lista de los tratamientos de envejecido que pueden llevarse a cabo, así como alguna de las características mecánicas más importantes que resulta de su aplicación. Por

lo que se observa de la Tabla 2, cuanto mayor sea la temperatura de envejecido y el tiempo de exposición al tratamiento, más dúctil y tenaz y menos duro es el material.

Tabla 1. Composición química del acero 15-5 PH (%)

Carbono	Manganeso	Fósforo	Azufre	Silicio	Cromo	Níquel	Cobre	Niobio y Tantalio
0.07 max	1.00 max	0.040 max	0.030 max	1.00 max	14.00-15.50	3.5-5.50	2.50-4.50	0.15-0.45

Tabla 2. Tratamientos de envejecido del acero 15-5 PH

Condición	Temperatura (ºC)	Tiempo (h)	Tipo de temple	Esfuerzo último (MPa)	Límite elástico (MPa)	Elongación (%)	Dureza (Rockwell C)	Energía de impacto Charpy (J)
H900	480	1.0	al aire	1310	1170	10	40	-
H925	495	4.0	al aire	1170	1070	10	38	6.8
H1025	550	4.0	al aire	1070	1000	12	35	20
H1075	580	4.0	al aire	1000	860	13	32	27
H1100	595	4.0	al aire	965	795	14	31	34
H1150	620	4.0	al aire	930	725	16	28	41

A nivel metalográfico, el acero 15-5 PH muestra distinta morfología a lo largo de los tratamientos térmicos a los que es sometido. Durante la solubilización, se produce la homogenización de una matriz con una única fase de austenita con granos de un tamaño aproximado de 20 μm [8]. Tras el temple, la brusca bajada de temperatura transforma la gran mayoría de la austenita en una matriz de cintas de martensita con la presencia de pequeñas zonas de austenita retenida. También se observa la presencia de carburos globulares de niobio de un diámetro medio aproximado de 300 nm localizados entre las cintas de martensita [9]. Con el tratamiento de envejecido, se produce la precipitación del cobre en nódulos de hasta 10 nm de diámetro y con una red bcc coherente con la matriz de martensita [10]. Cuando la temperatura de envejecido supera los 500ºC, la red cristalina bcc metaestable de los nódulos de cobre inicia una transformación a estructura fcc incoherente adoptando una forma elíptica con un crecimiento del diámetro máximo de 20 a 30 nm.

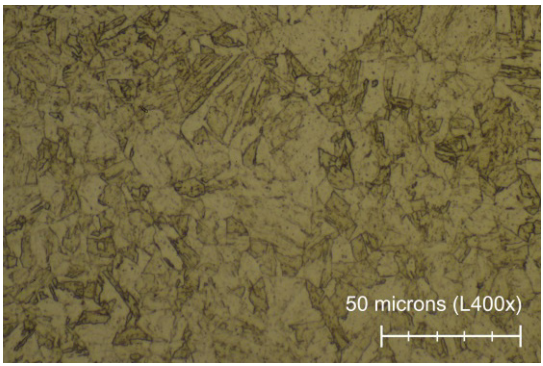


Figura 3. Metalografía del acero 15-5 PH donde se observan las cintas de martensita

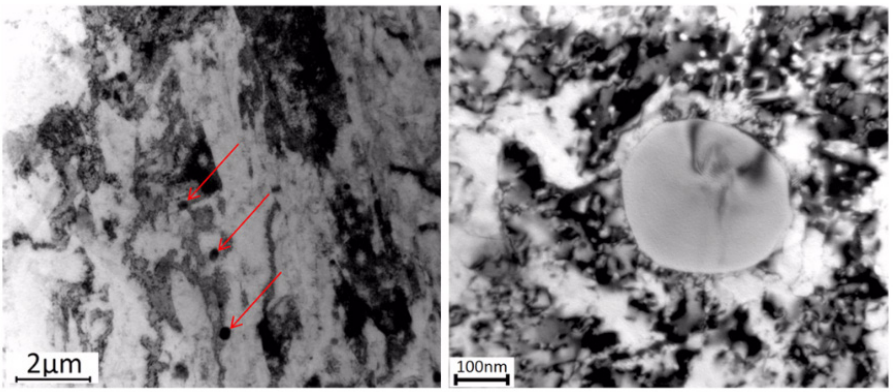


Figura 4. Micrografía de los carburos de niobio [11]

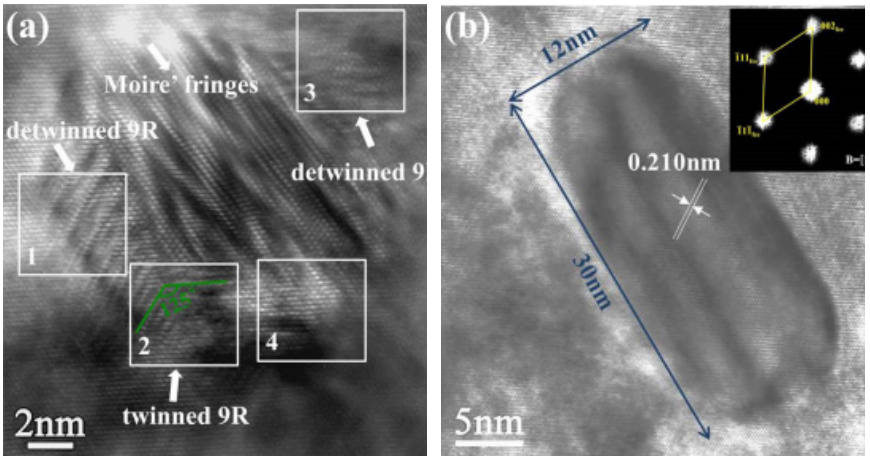


Figura 5. Micrografía de los nódulos de cobre; izquierda, transición bcc a fcc; derecha, con estructura fcc [12]

2.2 Metodología de ensayo

2.2.1. Efectos conocidos del tratamiento de criogenización

Como ya se ha comentado previamente, los tratamientos de criogenización se basan en someter el material a temperaturas de -196ºC durante un periodo de tiempo para después devolverlo a temperatura ambiente. Este tratamiento muestra su mayor efectividad en los aceros cuando se realiza previo al tratamiento térmico de envejecido. Se han llevado a cabo en los últimos años numerosos estudios con el objetivo de averiguar cuáles son las transformaciones que se producen durante la criogenización y descubrir cuáles son los motivos que generan las mejoras mecánicas que se han ido detectando en investigaciones anteriores.

Durante mucho tiempo se creía que la criogenización únicamente era útil para aquellos aceros que tras el temple no transformaban toda la austenita en martensita.

Esta creencia se basaba en el hecho demostrado de que en algunos aceros, la temperatura final de transformación de la martensita es menor que la temperatura ambiente, y un tratamiento subcero motivaba la finalización de este proceso de conversión (en el caso del acero AISI D2, dicha temperatura de finalización es de -125ºC [13]). Pero estudios posteriores demostraron que un tratamiento de criogenización a temperaturas de -196ºC seguía modificando y mejorando determinadas propiedades mecánicas del material. Además, la transformación de la austenita retenida en martensita es un proceso que no necesita de la permanencia a bajas temperaturas durante mucho tiempo y, en cambio, cuando se dejaba el material a temperaturas de -196ºC durante un periodo de 24 horas, se observaba un aumento de capacidad que no podía explicarse tan solo con la transformación de la austenita retenida antes mencionada.

La transformación de la austenita retenida produce una mejora de la dureza del material, la reducción de la tenacidad, una modesta mejora de la resistencia al desgaste y la estabilidad dimensional del material. Este mecanismo de transformación es el que ha motivado que en la industria del acero herramienta se use actualmente el tratamiento subcero, pero existe otro mecanismo que es nombrado como acomodación o adaptación de la martensita a baja temperatura [14], que es el que podría explicar el resto de cambios que se genera durante la criogenización profunda de larga duración.

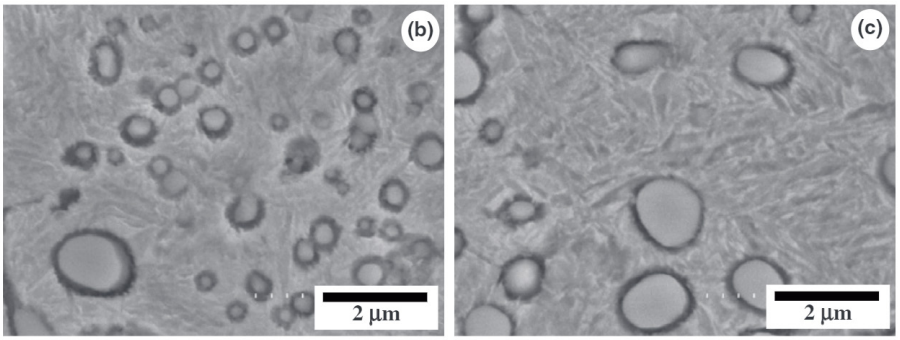


Figura 6. Micrografías del acero AISI D2; izquierda, muestra criogenizada; derecha muestra sin criogenizar [16]

La acomodación de la martensita a baja temperatura es un mecanismo del que aún existen múltiples teorías. Una de las opciones [14] postula que durante el enfriamiento se genera un incremento de la energía de deformación del material debido a la contracción de la red cristalina inestabilizando la martensita y afectando a las dislocaciones inherentes de esta fase. Según esta teoría los átomos de carbono existentes en la martensita migrarían hacia estas dislocaciones y, durante el tratamiento de envejecido del material, serían puntos de nucleación de carburos. Pero estas ideas fueron refutadas por Tyshchenko [15], que demostró la imposibilidad de que a temperaturas criogénicas pudiera producirse la difusión del carbono disuelto en la martensita hacia las dislocaciones. Según su investigación, la concentración de átomos de carbono durante el tratamiento criogénico se debe a que la austenita que no se transformó durante el temple hasta temperatura ambiente y que sí generó martensita durante las primeras fases del tratamiento criogénico produce un nivel de deformaciones que genera el movimiento de dislocaciones. Serían estas dislocaciones las que durante su movimiento capturarían los inamovibles átomos de carbono intersticiales

de la martensita. Posteriormente, durante la fase de envejecido, estos núcleos de carbono serían semilla para el crecimiento de nanocarburos (ver Fig. 6). Estos diminutos carburos serían los causantes del aumento de resistencia al desgaste y fatiga del material sometido a tratamientos de criogenización profunda.

2.2.2. Aplicabilidad del tratamiento de criogenización profunda a los aceros PH

Una vez expuesto el proceso de criogenización y la caracterización microestructural del acero 15-5 PH, queda atisbar si existe la posibilidad de que este tratamiento sea aplicable y genere cambios en la capacidad mecánica de este material.

Queda claro que dos son los factores clave del tratamiento de criogenización profunda: la transformación de la austenita retenida en martensita y el afinamiento y aumento de carburos precipitados durante el envejecido. En el caso del acero 15-5 PH, hay una pequeña proporción de austenita retenida que será transformada en martensita durante el enfriamiento, pero teniendo en cuenta que la concentración de dicha austenita es mínima para este material, no generaría mejoras apreciables.

Con respecto a la precipitación de carburos durante el envejecido, el aumento de su número y reducción de tamaño se debe a las alteraciones que sufre la red cristalina de la martensita durante el proceso de criogenización. Se observa un aumento de la deformación del material y de la densidad poblacional de dislocaciones [17], y esto podría también afectar al modo en que se nuclean los nódulos de cobre del acero 15-5 PH durante su envejecido. Además es posible que aunque el porcentaje de carbono existente en esta aleación es bastante bajo, el movimiento de las dislocaciones podría arrastrar y nuclear los suficientes átomos de carbono como para motivar la presencia de carburos que de otra forma no estarían presentes tras el tratamiento térmico de envejecido. Estos carburos ayudarían a mejorar determinadas propiedades mecánicas como la resistencia al desgaste o la fatiga.

Con respecto a la posibilidad de que el aumento de densidad de dislocaciones influencie en la precipitación del cobre, existen estudios sobre aleaciones Fe-Cu y Fe-Cu-Ni que corroboran cómo la presencia de dislocaciones atrae a los átomos de cobre y es lugar de nucleación de estos nódulos [18]. Por tanto, el aumento de la densidad de dislocaciones contribuiría a crear una red más tupida de precipitados motivando incluso la disminución de su tamaño. Teniendo en cuenta que el tamaño de los nódulos de cobre es un factor importante para su coherencia con la matriz martensítica y su capacidad de endurecimiento del material, la criogenización podría generar una mejora de las propiedades mecánicas del material.

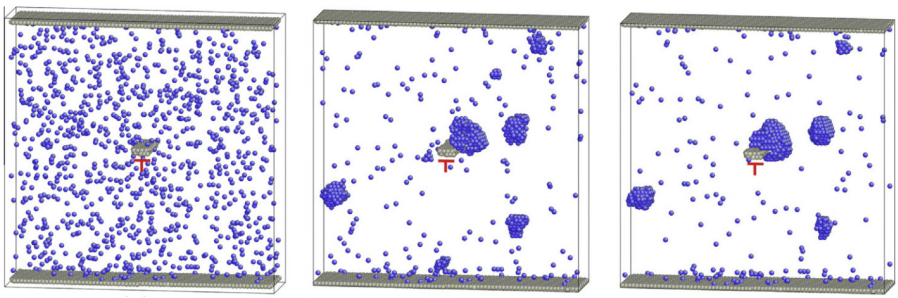


Figura 7. Precipitación del cobre (azul) cerca de una dislocación (rojo) durante el tratamiento de envejecido [18]

2.2.3. Primeros ensayos de desgaste

Como primera aproximación a la aplicabilidad del tratamiento de criogenización profunda a los aceros inoxidables endurecidos por precipitación 15-5 PH se decide llevar a cabo una batería de ensayos "Pin-on-Disk" según norma ASTM G99 (ver Fig. 8). Como suministro de material para el disco de este ensayo se corta una muestra de 10.0mm de espesor extraído de una barra de 60.0mm de diámetro con un tratamiento previo H1025 (ver Tabla 2). De este material se cortan cuatro sectores circulares.

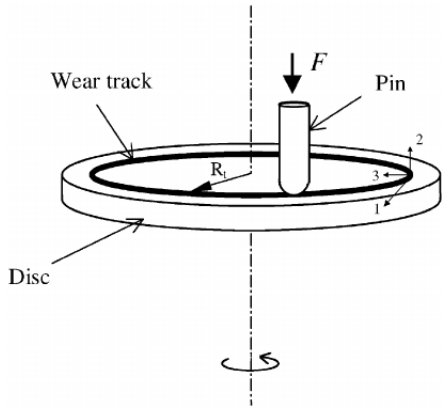


Figura 8. Geometría del ensayo Pin-on-Disk

Posteriormente se lleva a cabo el tratamiento de solubilización de todas las muestras para eliminar el tratamiento H1025 de fábrica. Tras esto se aplican dos tratamientos para dos de las muestras siguiendo las siguientes pautas:

1. Calentar el horno a 1040±15ºC e introducir las dos muestras durante una hora.
2. Retirar las muestras y templar en agua.
3. Disminuir la temperatura del horno a 550±5ºC y meter una de las muestras durante 4 horas (tratamiento de envejecido).
4. Retirar dicha muestra y dejar enfriar al aire. Identificar la muestra como SA (Solution-Aging).
5. Introducir la segunda muestra en una bolsa estanca y meterla en el interior de un depósito de nitrógeno líquido (-196ºC) durante 24 horas. Prestar especial atención en que la bolsa no entre en contacto directo con el nitrógeno líquido.
6. Retirar la muestra del tanque de nitrógeno líquido y atemperar al aire.
7. Calentar el horno a 550±5ºC y meter la muestra criogenizada durante 4 horas.
8. Retirar dicha muestra y dejar enfriar al aire. Identificar la muestra como SCA (Solution-Cryogenic-Aging).

Las dos muestras se ensayan con una máquina tribológica Pin-on-Disk de Microtest bajo las siguientes condiciones y según norma ASTM G99:

Tabla 3. Caracterización de los ensayos tribológicos de las muestras

Ensayo	Muestra	Diámetro de carrera (mm)	Diámetro de bola (mm)	Revoluciones por minuto	Material de la bola	Distancia recorrida (m)
SA-Al1	SA	4.0	6.0	100	Alúmina	100
SCA-Al1	SCA	4.0	6.0	100	Alúmina	100

A los dos ensayos se les aplica una carga vertical de 10N.

2.3. Resultados

La Fig. 9 muestra la comparativa del coeficiente de fricción de ambos ensayos, no observándose diferencia significativa en los resultados.

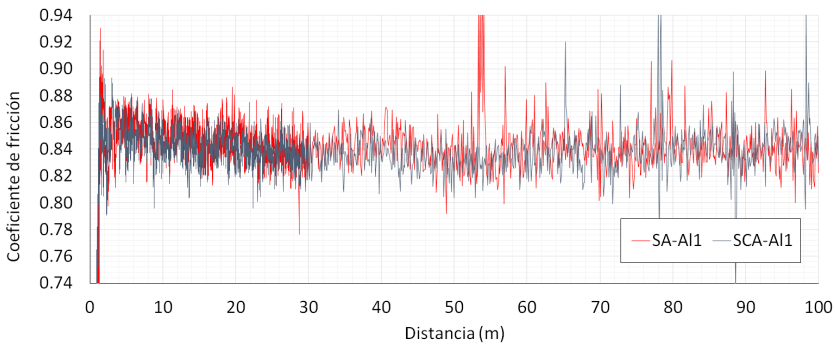


Figura 9. Comparativa de los coeficientes de fricción durante el ensayo Pin-on-Disk

Pero un estudio del perfil de desgaste de ambas muestras (ver Fig. 10) descubre un valor en el área de desgaste de la muestra criogenizada SCA un 15.2% inferior al de la muestra SA. Aun siendo una primera y única comparativa que debería repetirse para confirmar el resultado, lleva a considerar que el tratamiento criogénico previo al envejecido mejora la resistencia al desgaste del acero 15-5 PH H1025.

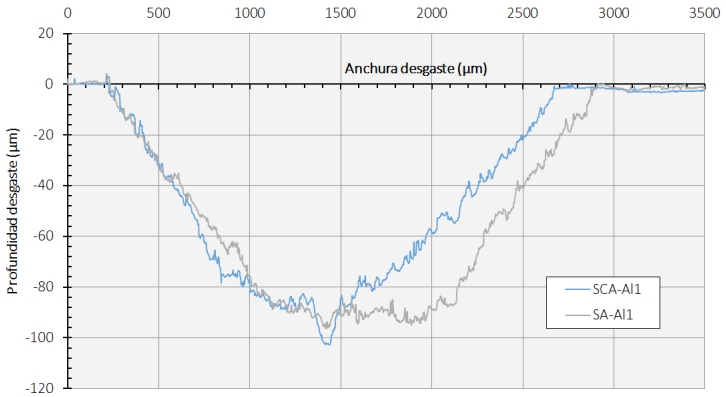


Figura 10. Perfil de desgaste de las muestras ensayadas

3. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

La principal conclusión de este primer ensayo es que, como se había previsto en el estudio inicial, la aplicación del tratamiento de criogenización profunda afecta a la resistencia al desgaste del acero 15-5 PH.

Como trabajo futuro es necesario corroborar y consolidar estos resultados con más ensayos tribológicos a mayor distancia recorrida y con otros valores de carga vertical.

También se plantea la necesidad de realizar el estudio metalográfico necesario para detectar los cambios que la criogenización ha introducido en la distribución de los precipitados y fases, así como encontrar las variables del tratamiento criogénico y térmico que optimizan las capacidades mecánicas del material.

REFERENCIAS

[1] A. Bensely, A. Prabhakaran, D. Mohan Lal and G. Nagarajan, "Enhancing the wear resistance of case carburized Steel (En 353) by cryogenic treatment", Cryogenics, vol. 45, pp. 747-754, 2005.

[2] K. Bond, "Cryogenic treatment of gears", Gears Solutions, vol. 7, No. 78, pp. 32-37.

[3] R. F. Barron, "Cryogenic treatment of metals to improve wear resistance", Cryogenics, vol. 22, pp. 409-413, 1982.

[4] R.F. Barron, "Effect of cryogenic treatment on lathe tool wear", Progress in Refrigeration Science and Technology, 1, pp. 529-533, 1973.

[5] L. C. Castelletti, F.E. Mariani, "Heat Treatment of Precipitation-Hardening Stainless Steels Alloyed with Niobium", Heat Treating 2015: Proceedings of the 28th ASM Heat Treating Society Conference, pp. 706-710, 2015.

[6] A. Kumar, Y. Balaji, "Indigenous development and airworthiness certification of 15-5 PH precipitation hardenable stainless steel for aircraft applications", Sadhana, vol. 38, pp. 3-23, 2013.

[7] ASME. Boiler and Pressure Vessel Code – Section II – Materials – Part A – Materials Specifications, vol. 2, pp. 1323-1325, 2015.

[8] L. Couturier, F. De Geuser, M. Descoins, A. Deschamps, "Evolution of the microstructure of a 15-5PH martensitic stainless steel during precipitation hardening heat treatment", Materials and Design, vol. 107, pp. 416-425, 2016.

[9] H.R. Habibi Bajguirani, "The effect of ageing upon the microstructure and mechanical properties of type 15-5 PH stainless steel", Materials Science and Engineering A, vol. 338, pp. 142-159, 2002.

[10] Effect of Aging on Hardening Behavior of 15-5 PH Stainless Steel

[11] L. Couturier, "Evolution of the microstructure of a 15-5PH martensitic stainless steel during precipitation hardening heat treatment", Materials and Design, 107, pp. 416-425, 2016.

[12] M. Sun, "Direct observations on the crystal structure evolution of nano Cu-precipitates in an extremely low carbon steel", Materials Letters, 187, pp. 49-52, 2017.

[13] R. W. Thornton, "Investigating the effects of cryogenic processing on the wear performance and microstructure of engineering materials", Thesis, University of Sheffield, 2014.

[14] D. N. Collins, "Deep Cryogenic Treatment of Tool Steels: a Review", Heat Treatment of Metals, 2, pp 40-42, 1996.

[15] A. I. Tyshchenko, "Low-temperature martensitic transformation and deep cryogenic treatment of a tool steel", Materials Science and Engineering A, 527, pp. 7027-7039, 2010.

[16] D. Das, "On the mechanism of wear resistance enhancement of tool steels by deep cryogenic treatment", Philosophical Magazine Letters, 92:6, pp. 295-303, 2012.

[17] G. Prieto, "Cryogenic treatments on AISI 420 stainless steel: Microstructure and mechanical properties", Materials Science & Engineering A, 605, pp. 236-243, 2014.

[18] Y. Zhang, "Preferential Cu precipitation at extended defects in bcc Fe: An atomistic study", Computational Materials Science, 101, pp. 181-188, 2015.

EL EXCESO DE CONFIANZA, UNA CAUSA DE LOS ACCIDENTES EN JORNADA Y EN TRAYECTO. APRENDER DE LA DISCAPACIDAD

Pedro Luis Sánchez Ortega[1], Miguel Ángel Camino López[2],
José Mª Cámara Nebreda[1], Beatriz Núñez Angulo
[1]*Ingeniería Electromecánica.*
[2]*Ingeniería Civil.*
[3]*Ciencias de la Educación.*

RESUMEN

En los estudios de accidentes el exceso de confianza aparece tradicionalmente como una de las principales causas. Las estadísticas oficiales estudian los diferentes índices que reflejan la influencia de esta causa y cuando se ha visto transformada por otros términos. Por otra parte, la inclusión de las personas con discapacidad en la sociedad alcanza también al mundo laboral siendo una realidad los Centros Especiales de Empleo, como Empresas de economía social. Se plantea la discapacidad de las personas como un condicionante que según la teoría de los i-limites pone freno a los excesos de confianza partiendo del propio conocimiento de las personas con Discapacidad. Será necesario realizar un análisis de variables con el fin de aprender de sus buenas prácticas.

Palabras clave: Discapacidad, Riesgos Laborales, Accidentes, Exceso de Confianza, Centros Especiales de Empleo.

1. CONFIANZA Y EXCESO

Según la RAE cuando hablamos en positivo de cualquier exceso nos referimos a las "cosas que salen en cualquier línea de los límites de lo ordinario", a "Aquello en que algo excede a otra cosa"; pero si lo hacemos en sentido negativo el exceso se refiere al "Enajenamiento y transportación de sentidos".

Cuando hablamos de confianza nos referimos a la "Esperanza firme que se tiene de alguien o algo", a la "Seguridad que alguien tiene en sí mismo" o al "Ánimo, aliento, vigor para obrar".

Si nos centramos en el ámbito de la Prevención de Riesgos Laborales (PRL), se puede determinar que un accidente se produce por exceso de confianza si es el resultado de haber llegado a una conclusión impropia de forma confiada y además claramente errónea.

Esto contravendría el instinto de supervivencia de los trabajadores como humanos adaptados.

Sin embargo, es un hecho que existen accidentes a partir de las decisiones erróneas de las personas en sus medios de trabajo.

En este contexto de definición se mueven habitualmente los sistemas de prevención de riesgos laborales, unas veces desde la visión de la producción (desde la ingeniería) y otras veces desde los recursos humanos (enfoque psicológico).

1.1. Exceso de confianza

El riesgo del denominado "exceso de confianza en el trabajo" aparece como explicación con un marcado carácter cultural. Se muestra como una de las causas de los riesgos de accidente presentes en el puesto de trabajo y se encuentra como un factor importante en la generación de accidentes, llegando al 52 %, como pregunta sugerida [1] como puede verse en la figura I. Este exceso de confianza suele derivar en una actitud de acomodamiento ante el riesgo potencial y de no percepción de dicho riesgo.

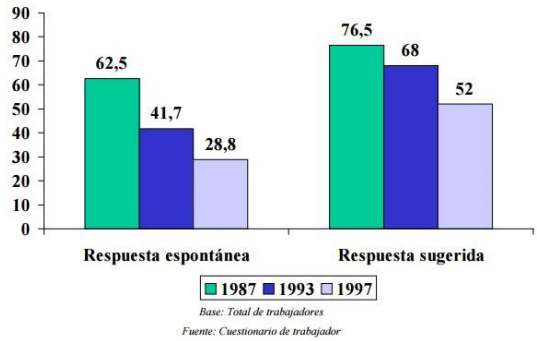


Figura 1. Evolución de la causa Exceso de confianza o costumbre" en tres ediciones de la III ENCT

Kahneman (2011) introduce un concepto que llama "What You See Is All There Is" (WYSIATI), que podemos traducer como "Lo que ves es todo lo que hay" o dicho de otra forma "No hay más que lo que ves" que se centra en que tendemos a dar respuestas basadas única y exclusivamente en la información de la que disponemos, sin tener en cuenta que las informaciones no conocidas podrían llegar a modificar sustancialmente nuestro análisis. Así se construiría un razonamiento que partiendo de una información fragmentada e incompleta llega a discurso completamente explicativo que inmediatamente se da para nosotros por bueno. Si reconocemos que nuestro cerebro funciona en muchas ocasiones de una manera simple: cuanto menos sabemos, menos dudamos.

Por nuestra parte para contrarrestar este funcionamiento simplista deberemos hacer dudar de las certezas para plantear lo que quizás no se sepa sobre el riesgo de accidente. A modo de conclusión, hay que evitar que el trabajador desconozca los riesgos. La formación plantea esas dudas sobre las certezas conocidas haciendo estar a los trabajadores vigilantes ante lo posible del accidente. Sin embargo, lo que debemos de tratar de responder es el por qué se llega a realizar un trabajo en condiciones de exceso de confianza.

El exceso de confianza puede partir de repetir muchas veces un comportamiento claramente inseguro sin que el resultado sea directamente un accidente. Para que la repetición de comportamientos inseguros se repita estos tienen que realizarse en un trabajo en el que se permiten este tipo de prácticas no seguras.

En relación con el exceso de confianza el mayor problema que puede darse es que bajo la generalidad de este concepto de exceso de confianza se oculten otras causas en los accidentes que son difíciles de cuantificar.

Por eso es necesario reforzar los hábitos de buena conducta que no dejen acomodarse al trabajador y caer en la inconsciencia del riesgo posible.

Si no conocemos nuestros límites es fácil que los sobrepasemos muchas más veces de lo que pensamos. También el factor suerte puede jugar a favor y en contra. Si "siempre se ha hecho así" y si aprendemos que por suerte en una ocasión no sucedió el accidente incoscientemente volveremos a repetir la situación y es posible que esa acción de riesgo se convierta en habitual hasta que se produzca el desenlace fatídico.

Siguiendo a Kahneman (2011) vemos que la solución a las consecuencias del exceso de confianza también puede venir del planteamiento de la "Heurística de la disponibilidad" que plantea como un atajo mental lo que ocurre cuando las personas hacen juicios acerca de la probabilidad de que ocurra un hecho, según lo fácil que sea para el sujeto el pensar en ejemplos concretos. El barajar la "probabilidad de que ocurra algo" nos acerca más al mundo de la accidentalidad. Esta teoría se basa en que "si se puede pensar en ello, es que es suficientemente importante".

Disponer de las consecuencias asociadas a una acción determinada se relaciona positivamente con la percepción de la magnitud de las consecuencias reales de esa acción.

Por ello cuanto más fácil es recordar las consecuencias de una acción concreta, mayor es la percepción de que estas consecuencias se produzcan realmente.

Nos planteamos la duda, también en los accidentes laborales, de que la frecuencia con que los acontecimientos vienen a la mente no suelen ser reflejo exacto de la probabilidad real de que estos sucedan.

Se considera que es necesario que el trabajador conozca las consecuencias de sus comportamientos inseguros, para que se fijen en la zona del pensamiento que les haga caer en el atajo mental y para que aumente su consciencia sobre la probabilidad de que se produzca el fatídico desenlace conocido de los accidentes.

Hay un factor denominado "Aversión a la pérdida" [3], donde se manifiesta la fuerte tendencia de la gente a preferir no perder antes que ganar. Hay estudios de Tversky y Kahneman (1984) que indican que, desde el punto de vista psicológico, perder es doblemente más fuerte que ganar. En este estudio se determina la tendencia natural de la gente a evitar perder antes que ganar beneficios.

Esto lleva a considerar que la aversión al riesgo cuando se evalúa una posible ganancia, ya que entonces se prefiere evitar una pérdida a recibir un beneficio. Si un trabajador solo percibe beneficios cometiendo un acto inseguro no se encuentra en una posición completamente real. Si además del posible beneficio por la ejecución de un acto inseguro, el trabajador es completamente consciente y percibe la posible pérdida de salud como consecuencia del accidente, se daría dicha aversión o rechazo frente a la pérdida y se tomaría mayor consciencia del riesgo (doblemente).

2. ACCIDENTES EN JORNADA Y EN TRAYECTO

Los cambios observados desde la definición de "Exceso de Confianza o de costumbre" a "distracciones, descuidos, despistes, falta de atención". Vamos a tratar

de reflejar en este apartado la evolución que se ha tenido respecto al exceso de confianza en las encuestas nacionales y europeas que recogen la información relativa a los accidentes de trabajo en jornada y en trayecto.

Las denominadas "Encuestas Nacionales de Condiciones de Trabajo y Gestión" (ENCT) son las encuestas de ámbito nacional que realiza periódicamente el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) con el objetivo de aportar información estadística sobre las condiciones de trabajo y salud de los distintos colectivos de trabajadores y la organización y actividad preventiva realizada en las empresas.

La primera edición se realizó en 1987, dicha encuesta se encuentra disponible en la web del INSHT desde la tercera edición de 1997 [1].

En el estudio "Influencia de la formación en la percepción de las causas de los riesgos de accidente de trabajo" [3] sobre la IV ENCT, ya se enuncia:

> *"Como conclusión final se puede decir que ese sentimiento fatalista y auto-culpabilizador que lleva a identificar los motivos personales como principal causa del riesgo de accidentarse en el trabajo, está tan arraigado en los trabajadores que lo expresan con igual importancia independientemente de su edad, nivel de estudios o de haber sufrido algún accidente de trabajo. Además, la formación que actualmente se les imparte a los trabajadores no consigue la modificación de esta actitud."*

Así mismo, se indica la necesidad de "modificación de las actitudes que ayudarán a los trabajadores a objetivar la realidad que les rodea en el mundo laboral, ya que es el primer paso para tomar conciencia de los peligros y la posibilidad de evitarlos"

En la VI ENCT (2007) se producen cambios metodológicos, y uno de ellos afecta a la redacción de una causa cuya presencia era muy frecuentemente señalada en las ediciones anteriores; nos referimos al

> *"exceso de confianza o de costumbre", de fácil formulación y atribución, pero que presenta dificultades de interpretación y análisis, y especialmente no ofrece facilidades para definir una actuación preventiva dirigida a su control. Por ello se planteó la necesidad de identificar causas más operacionales, y preferiblemente ligadas a hechos. Con ese fin se decidió recurrir a una formulación más específica y operativa, como es la de: "Distracciones, descuidos, despistes, falta de atención", que hace referencia a un comportamiento por acción u omisión, que es posible identificar. Podría ser considerado como un indicador de la formulación anteriormente utilizada, pero sin duda es de naturaleza más directa y útil, preventivamente hablando" (p.46).*

De la relación de causas de los riesgos de accidente propuestas, se le pedía al trabajador que seleccionara entre ellas las tres principales.

Los resultados generales, ordenados de mayor a menor frecuencia, figuran en Tabla I [4].

Tabla I. Tabla simplificada con 9 posibles respuestas.
Fuente: De la Orden, M. V.; Zimmermann, M y Maqueda J.

	% Trabajadores con riesgo
Distracciones, descuidos, despistes, falta de atención	45,0
Se trabaja muy rápido	19,4
Por cansancio o fatiga	17,8
Causas relacionadas con el tráfico	12,5
Por posturas forzadas o realización de sobreesfuerzos durante la tarea	12,3
Instrucciones de trabajo inexistentes o inadecuadas	0,8
Otra	8,8
NS	4,5
NC	1,6

En la posterior agrupación de las causas de los riesgos de accidente, las anteriormente tratadas como exceso de confianza, se incluyen ahora dentro de los denominados factores personales:

- No se dispone de la cualificación o la experiencia necesarias para la tarea
- Distracciones, descuidos, despistes, falta de atención
- Incumplimiento de las instrucciones de trabajo

Su factor de incidencia se encuentra en el 27,1 **%** después de la agrupación de exigencias del trabajo con el 32,1 %

Como exigencias del trabajo se agrupan las causas siguientes:

- Instrucciones de trabajo inexistentes o inadecuadas
- Se trabaja muy rápido
- Por posturas forzadas o realización de sobreesfuerzos durante la tarea
- Por cansancio o fatiga
- Realización de tareas inhabituales o extraordinarias, solución de averías, incidentes
- Exceso de horas continuadas de trabajo

Aparentemente es fácil intervenir en los factores de las exigencias de trabajo para disminuir los accidentes si pensamos en los estándares de calidad de vida de las personas.

Respecto al apartado de factores personales**,** es más complicada la forma de influir o modificar.

En relación a la cualificación profesional si se puede intervenir mediante la formación y preparación adecuada, si bien puede ser más complejo el intervenir para que se cumplan las instrucciones de trabajo y se puedan evitar las "Distracciones, descuidos, despistes, falta de atención". Esto implica al trabajador en su seguridad y en la prevención de los riesgos laborales.

Según Almodóvar, A.; Pinilla, F. J.; Galiana, L y Hervás, P., los principales resultados del análisis de las causas e índices se muestran en la Exposición a riesgos en el trabajo. Principales resultados de la VII Encuesta Nacional de Condiciones de

Trabajo (2011). Que en relación a los desplazamientos, es decir al "in itinere", tiemplo empleado para llegar al trabajo, encontramos que:

> *"Dos de cada diez trabajadores necesita habitualmente más de 30 minutos para desplazarse de casa al trabajo, porcentaje que no ha variado desde 2007 (19,7% en 2011 y 19,9% en 2007). Las ocupaciones en las que más de uno de cada cuatro dedica ese tiempo al desplazamiento son: los Técnicos, Otras ocupaciones de estudios medios o superiores y los trabajadores de la Construcción y la minería. A la vez, destaca este condicionante entre los contratados temporales, los trabajadores con una nacionalidad distinta a la española, los que tienen una edad entre 25 y 34 años o los empleados en centros de trabajo de 250 o más trabajadores (28,5%)." p. 4*

Si nos centramos en las exigencias de la tarea, se observa que aumenta la intensidad y el ritmo de trabajo, hecho que se constata al analizar y comparar la VI y VII ENCT de 2007 y 2011, respectivamente:

Los citados autores comentan que aumenta la intensidad y el ritmo de trabajo:

> *"Desde 2007 ha aumentado la proporción de trabajadores que señalan que deben trabajar muy rápido (46% frente al 44% en 2007). Las ocupaciones en las que más de la mitad de sus trabajadores deben trabajar muy rápido son los de Hostelería y limpieza y Obreros industriales. Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas por sexo – destacan las mujeres-y por tipo de contrato –más frecuente entre los temporales-.Por edad, esta circunstancia es especialmente relevante en los menores de 35 años. " p. 9*

> *"Con una proporción superior a tres de cada cuatro trabajadores, mantener un nivel de atención alto o muy alto es la exigencia de la tarea más señalada; además se ha incrementado en más de once puntos porcentuales desde 2007 (67% en 2007 y 77,6% en 2011). Esta demanda es especialmente frecuente en hombres, contratados indefinidos y nacionales; según la ocupación, hay que destacar, con más de 9 de cada 10 trabajadores, a los Conductores de vehículos, el Personal docente y los profesionales del Derecho, las Ciencias Sociales y las Artes." p. 10*

> *"El 24% de los trabajadores señala que tiene mucho trabajo y se siente agobiado. Este porcentaje es superior al observado en 2007 cuando se alineaban con esta opinión un 20,3% de los ocupados. No se observan diferencias significativas de trabajo excesivo por sexo, edad ni nacionalidad; sí las hay, por contra, según tipo de contrato, siendo más frecuente entre los indefinidos. Por ocupación destacan el Personal sanitario, los Directivos y el Personal docente." p11*

Por su parte los autores mencionados exponen que "Otro aspecto de interés en este marco social es si el trabajador tiene la oportunidad de hacer aquello que sabe hacer mejor." p. 14

Por lo que podemos comentar que la VII ENCT, aporta que el 14,1% de los ocupados manifiesta que "raramente" o "casi nunca/nunca" realiza aquello que sabe hacer mejor; no hay diferencias respecto a la VI ENCT 2007 (14,8%)".

Por otro lado, Almodóvar, A.; Pinilla, F. J.; Galiana, L y Hervás, P., (2011) exponen que un factor ligado a las relaciones sociales en el trabajo es la falta de reconocimiento del trabajo realizado. El 6,1% de los ocupados coincide en contestar que "raramente" o "casi nunca o nunca" tienen la sensación de estar haciendo un trabajo útil; este porcentaje no presenta diferencias con el obtenido en VI ENCT de 2007 (6,5%). Esta percepción es manifestada fundamentalmente por los trabajadores Agropecuarios (11,3%), los que trabajan en la Hostelería y limpieza o los trabajadores del Comercio. Por otra parte, es destacado significativamente en el colectivo de los contratados temporales.

Al hablar de la percepción del riesgo en el trabajo como factor destacable a considerar, según la VII ENCT (2011) siete de cada diez trabajadores afirma estar expuesto a uno o más riesgos de accidente en su puesto de trabajo; este dato es inferior al obtenido en 2007, en la VI ENCT (68,5% frente a 70,9%). Almodóvar, A.; Pinilla, F. J.; Galiana, L y Hervás, P., comentan que entre los riesgos más nombrados aparecen, en primer lugar, los cortes y pinchazos seguidos de golpes, caídas de personas al mismo nivel, caídas de personas desde altura y accidentes de tráfico. Las ocupaciones más expuestas son las de Conductores de vehículos, Mecánicos y empleados de taller, trabajadores de la Construcción y la minería y Obreros industriales. Destaca la diferencia en la percepción de riesgos de accidente por sexo (75,9% para hombres y 60% para mujeres) y por tipo de contrato (74,4% para temporales y 67,4% para indefinidos).

El último estudio realizado en España corresponde al denominado "Encuesta Nacional de Gestión de Riesgos Laborales en las Empresas. ESENER-2 – España (2014) [7]

La Agencia de información de la Unión Europea para la seguridad y la salud en el trabajo [EU-OSHA] realiza una encuesta europea de empresas sobre riesgos nuevos y emergentes (ESENER [8]). Es una extensa investigación sobre cómo se gestionan los riesgos de seguridad y salud en los lugares de trabajo europeos.

Los cuestionarios ESENER, son aplicados a los representantes de miles de empresas y organizaciones de toda Europa responden a los cuestionarios de ESENER, que se centran especialmente en:

- Riesgos generales de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) y su gestión
- Riesgos psicosociales como el estrés, la intimidación y el acoso
- Factores impulsores y obstáculos en la gestión de la SST
- Participación de los trabajadores en la SST

En esta encuesta (2014) los accidentes, los trastornos musculo-esqueléticos (TME) y el estrés laboral son las cuestiones de SST que más preocupan a las empresas europeas.

Podemos hablar de un nuevo enfoque desde Europa, ya que EU-OSHA (2009), se comenta que, la gestión de la seguridad y la salud en el trabajo (SST).

> *"es un ámbito multidisciplinario que engloba todo lo referente a la protección de la seguridad, la salud y el bienestar de las personas que efectúan un trabajo. La naturaleza cada vez más compleja de los procesos de trabajo y los cambios en las condiciones de trabajo provocan la aparición de nuevos tipos de riesgo, así como la evolución de los riesgos existentes. Por ello, la SST necesita un enfoque nuevo y sistemático. Se requieren soluciones que permitan a los empleadores integrar los principios de seguridad y salud en todos los niveles operativos y en todos los tipos de actividad, a fin de concretarlos en medidas apropiadas y de carácter permanente". p. 3-4*

Visto el enfoque de la PRL nos adentramos en el empleo de las personas con discapacidad

3. APRENDER DE LA DISCAPACIDAD

Las personas con discapacidad son trabajadores con una fuerte convicción de inclusión y capaces de dirigirse conscientemente hacia este objetivo, hecho que se puede constatar en las Empresas de Economía Social y, más concretamente, en los Centros Especiales de Empleo (CEE). Si nos centramos en el envejecimiento real de las plantillas se busca que el trabajador disponga de un entorno adecuado para realizar su trabajo dentro de la sociedad deberemos de ser capaces de trasladar dicho impulso hacia la inclusión de los trabajadores con discapacidad.

En el documento de la Comisión Europea en relación a la estrategia europea de crecimiento: Europa 2020 se habla de la creación de puestos de trabajo y crecimiento inclusivo

La plena aplicación de la Estrategia Europa 2020 nos conducirá a una Europa mejor preparada para generar un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Una Europa en la que se combinen creación de empleo e inclusión social y donde los ciudadanos puedan adquirir las capacidades que precisan para prosperar." P. 12 [11]

Según Pérez (2016) al hablar de la teoría de ilimites y hacer referencia a su Tesis Doctoral, expone que:

> *"De la discapacidad nacen los límites que tenemos que asumir y aceptar, siendo conscientes de que nos están marcando áreas de la vida en las que nuestro desarrollo será menor y, probablemente, más dificultoso. De la otra cara de la moneda, el ser humano es ilimitado porque cada persona tiene unas capacidades que la hacen única e irrepetible. Se trata de conseguir que cada miembro de la sociedad se autorrealice en la misma, forjando el hueco en el que pueda dar lo mejor de sí mismo. En este aspecto, la Teoría del Ilímite entronca con las necesidades del ser que definía Maslow para construir futuros colectivos en los que colmar las aspiraciones individuales.... Potenciar ilímites es creer en una sociedad en la que cada persona es imprescindible para un futuro común."*

Considerando las encuestas realizadas a nivel nacional y Europeo, la inclusión de los trabajadores con discapacidad en el ámbito laboral y la teoría de ilímite, se considera necesario realizar un estudio sobre los aspectos relacionados con la accidentabilidad en el trabajo de las personas con discapacidad, específicamente en empresas de economía social que aglutinan mayor porcentaje de trabajadores con discapacidad y más concretamente en los Centros Especiales de Empleo

4. METODOLOGÍA

Metodológicamente se propone un diseño de investigación expost-facto, medinate la recopilación del mayor número de los partes de accidentes laborales de empresas de economía social, en concreto de Centros Especiales de Empleo.

Tras la tabulación y análisis de los datos de los últimos años recogidos, por medios estadísticos, se aportaran resultados a nivel descriptivo de variables relevantes que nos permiten realizar comparaciones con las estadísticas nacionales.

Así mismo se realizará el estudio inferencial respecto a las variables y/o factores que destaquen notablemente.

La muestra piloto estará formada por los partes de baja de empresas de economía social de referencia en lo relativo a trabajadores con discapacidad.

5. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de dicha comparativa permitirán realizar el contraste de las hipótesis para proponer diferentes líneas y políticas de formación e intervención en el acceso al trabajo de las personas con o sin discapacidad.

Así mismo, se tendrán en cuenta el desarrollo de las buenas prácticas llevadas a cabo en los Centros Especiales de Empleo como referente a la hora de aprender sobre los aspectos de inclusión en la incorporación al mundo laboral.

6. CONCLUSIONES

Respecto a la información precisa para continuar el estudio, de manera sistemática, se hace necesario conocer datos desagregados (sexo, porcentaje de discapacidad, tipo de discapacidad, etc.) de las personas con discapacidad en lo referente al tratamiento de su accidentabilidad en los centros especiales de empleo, para que estos datos aparezcan en los partes de accidente independientemente del tipo de empresa.

Respecto a la percepción del riesgo, las personas con discapacidad conocen muy bien sus propias limitaciones, lo que les previene hacia las distracciones, descuidos, despistes y falta de atención.

Partiendo de la teoría de los ilímites, debemos de tener una mayor consciencia de la realidad de la accidentabilidad en el puesto de trabajo. Sobrepasar nuestros límites es en el fondo un desconocimiento de nuestra propia realidad tengamos una discapacidad o no.

Este es un aspecto muy destacable en el ámbito laboral ya que influye en el grado de accidentabilidad de los trabajadores y en su calidad de vida.

REFERENCIAS

[1] III ENCUESTA NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO NIPO 211-99-038-X = http://www.oect.es/Observatorio/Contenidos/InformesPropios/Desarrollados/Ficheros/Informe_III_ENCT.pdf

[2] Kahneman, D. (2011). “Pensar rápido, pensar despacio” Macmillan. ISBN 978-1-4299-6935-2

[3] Kahneman, D. and Tversky, A. (1984). Choices, Values, and Frames. “American Psychologist” 39 (4): 341-350.

[4] de la Orden,M. V.; Zimmermann, M y Maqueda J. “Influencia de la formación en la percepción de las causas de los riesgos de accidente de trabajo”. P.4-9 http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Rev_INSHT/2002/21/seccionFormTextCompl.pdf

[5] Informes sobre el estado de la seguridad y salud laboral en España (INSHT) http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=05e51e6078b3e310VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnextchannel=1d19bf04b6a03110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD

[6] Antonia Almodóvar, F. Javier Pinilla, Luz Galiana y Pilar Hervás Departamento de Investigación e Información del INSHT (2011) “Exposición a riesgos en el trabajo. Principales resultados de la VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo (VII ENCT)” http://www.oect.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/EN%20CATALOGO/OBSERVATORIO/Art%C3%ADculo%20VII%20Encuesta%20para%20el%20Informe%20Anual%202011.pdf

[7] ESENER-2 – España (2014) https://osha.europa.eu/es/surveys-and-statistics-osh/esener/2014

[8] ESENER https://osha.europa.eu/es/surveys-and-statistics-osh/esener

[9] Pérez, I. (2016) Del ilímite a la inclusión. http://blogs.comillas.edu/fei/del-ilimite-a-la-inclusion/

[10] Pérez, I. (2015) Teoría del Ilímite: “La aplicación y desarrollo de la Teoría del Ilímite en contextos educativos formales y no formales” Facultad de Humanidades de la Universidad de Santiago de Compostela

[11] Barroso, J. M. (2013) Comprender las políticas de la Unión Europea Europa 2020: la estrategia europea de crecimiento http://www.lamoncloa.gob.es/espana/eh15/politicasocial/Documents/Europa-2020-la-estrategia-europea-de-crecimientoA.pdf

NEW MODELS OF POWER DISTRIBUTION SYSTEMS. SMART GRIDS AND DISTRIBUTED GENERATION

Palacios Saldaña, Rodrigo[1], Jose Daniel Mosquera Artamonov[2], Eduardo Valdés Garcia[2]

[1]Universidad de Burgos

rpsaldana@ubu.es

[2]Universidad Autónoma de Nuevo León

jose.mosqueraar@uanl.edu.mx

eduardo.valdesga@uanl.edu.mx

RESUMEN

La constante evolución del sistema eléctrico, junto con la cada vez mayor dependencia de la energía eléctrica en la vida cotidiana; requieren modelos adaptativos que permitan la interacción entre los diferentes elementos de la red, de manera que permita variar las condiciones de operación de las subestaciones, líneas y centros de transformación. Estas nuevas circunstancias hacen necesario el desarrollo de redes inteligentes que sean capaces de recoger información sobre tendencias de uso, estimación de demanda y capacidad de generación. Además de que respondan de manera cuasi instantánea y automática a los factores anteriormente mencionados. Esta postura considera el suministro de energías emergentes a la red, obligando a un consumo mínimo del 10% de la demanda total del sistema. Esperando un consumo de al menos 90% de la producción en energías renovables.

Esta nueva realidad hace necesario que los planifica dores y los modelos de planificación añadan a sus funciones objetivo estándar, minimización de costes, de pérdidas y maximización de la fiabilidad; un nuevo objetivo, maximizar la versatilidad de operación de la red. Para ello es necesario un estudio detallado de la ubicación de líneas de manera que se aumente la interconexión entre los diferentes elementos y a su vez la localización y selección de elementos de operación que permitan adaptar la operación de la red a las condiciones de consumo y generación de cada momento.

El uso de esta información y de las consiguientes tecnologías de control permite la optimización dinámica de la operación de la red, la completa integración de la generación distribuida empleando la capacidad de generación eléctrica subutilizada para avanzar en la sustitución de combustibles fósiles por energía eléctrica de origen menos contaminante; y el desarrollo e integración de tecnologías avanzadas de almacenamiento de electricidad para satisfacer las horas pico; así como el aprovechamiento de las horas de demanda valle para la recarga vehículos eléctricos o grandes cámaras refrigeradoras.

1. INTRODUCCIÓN

El diseño y planificación del sistema de distribución eléctrica busca, a partir de los datos históricos estimar el crecimiento de la demanda de energía eléctrica, la capacidad de la red actual, y las posibles posiciones de elementos y líneas futuras; como determinar donde, en qué número y con qué capacidad deben situarse nuevas líneas y equipos, de modo que el coste de la expansión del sistema sea el menor posible. Manteniendo unos indicadores de calidad de servicio, satisfactorios en términos de seguridad y calidad del suministro eléctrico.

De los cuatro elementos básicos del sector eléctrico (generación, transporte, distribución y gestión), el sistema de distribución eléctrica es el más crítico, en términos de costes [1], confiabilidad [2], pérdidas [3] y calidad de la energía suministrada [4]. Especialmente en los sistemas que integran generación distribuida donde la ubicación, tamaño y potencia de los elementos de generación tiene que estar coordinados con la red de distribución directamente [5,6]. La importancia del sistema de distribución de energía eléctrica se puede observar desde el punto de vista: técnico, social y/o económico.

Desde el punto de vista técnico, las principales características de esta red son su gran extensión y su larga vida útil. Lo que provoca que sea la parte del sector eléctrico en las que un mayor número de equipos y más diversos convivan y funcionen coordinadamente. Además es la parte donde mayores pérdidas de energía se producen, la que tiene mayor efecto sobre la caída de tensión y la que requiere un mayor número de medios, tanto humanos como materiales; para su desarrollo, operación y mantenimiento.

Desde el punto de vista social, su impacto es producido por el hecho de llegar a casi todas las viviendas, centros de trabajo, etc. La dependencia existente en la sociedad actual de la energía eléctrica, hace que se la pueda considerar un bien básico. Esta exigencia de una mayor calidad y preocupación por el medio ambiente, se ha traslado a la legislación aumentando sus condiciones.

Desde el punto de vista económico, se puede ver en la *Tabla 1* la previsión de costes asociada a las diferentes actividades reguladas del sector eléctrico. Esta tabla esta resumida del "Informe sobre la propuesta de orden por la que se aprueba la previsión de la evolución de las diferentes partidas de ingresos y costes del sistema eléctrico para el periodo 2016-2021." IPN/DE/018/15 de la Comisión Nacional de Mercados y Competencia, CNMC en caso particular España.

Tabla 1. Previsión costes sistema eléctrico 2016-2021. Millones de €.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Transporte	1.763	1.740	1.782	1.822	1.863	1.904
Distribución	5.082	5.144	5.152	5.230	5.291	5.351
RECORE	6.726	6.776	6.926	7.076	7.246	7.296
Déficit Act. Reguladas	2.872	2.852	2.802	2.792	2.792	2.792
Otros conceptos	29	29	29	29	29	29

2. MODELOS ACTUALES DE PLANIFICACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

La planificación de los sistemas de distribución es una tarea compleja, ya que es preciso garantizar que el sistema posea una capacidad adecuada, tanto en las subestaciones como en las líneas, para atender las necesidades de energía de los consumidores a lo largo del tiempo. [7]

Es decir, se puede definir como la mejor actuación para lograr una red que satisfaga la demanda del sistema de la forma más económica, fiable y medioambientalmente menos agresiva, respetando las limitaciones operativas y geográficas.

Como ejemplo del problema de decisión al que nos enfrentamos basta fijarse en la figura 2. En ella se muestra una pequeña instancia de un problema de expansión de la red de distribución eléctrica. Donde los cuadrados corresponden a posiciones donde existe o se puede instalar una subestación y los círculos nodos demandantes de energía. Las líneas continuas representan las líneas existentes al inicio de la modelización, mientras que las discontinuas las posiciones propuestas para la instalación de líneas.

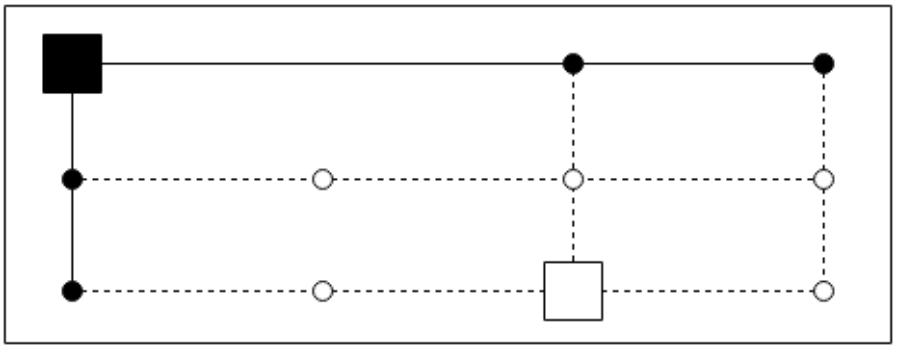


Figura 1. Ejemplo de modelado actual del problema.

Actualmente las principales funciones objetivo incluidas en los modelos de planificación de la red de distribución eléctrica son tres, minimización de costes, minimización de pérdidas y maximización fiabilidad o confiabilidad. Estas se definen de normal general como se muestra en los siguientes apartados.

2.1. Función objetivo de costes.

La minimización de los costes de inversión y de la operación y mantenimiento de la red, es la primera y más estudiada de todas; la primera referencia bibliográfica data del año 1960 [8]. La definición de este objetivo ha ido evolucionando de acuerdo al paso del tiempo y los nuevos métodos matemáticos. Además, en los últimos años se ha adaptado la formulación de este objetivo a la realidad existente en la actividad de distribución, la regulación. Actualmente en la mayoría de los países, los propietarios y operadores de las redes eléctricas son empresas privadas que cobran a los usuarios y al estado por desarrollar esta actividad, lo cual ha provocado que se pase de una función de minimización de costes a una de maximización de beneficios. La expresión (1) recoge la formulación original para minimizar los costes totales de la red, la expresión (2) la más extendida en el ámbito investigador y la expresión (3) un caso particular la adaptación a la regulación. En este punto cabe destacar que al igual que las dos prime-

ras se pueden tratar como formulas generales, la tercera es totalmente dependiente de la legislación del país que se analice.

$$\sum_{k\in N_{SF}}\sum_{b\in N_b}[(CF_k)_b+(CV_k)_b]+\sum_{(i,j)\in N_{LF}}\sum_{a\in N_a}[(CF_{ij})_a+(CV_{ij})_a] \quad (1)$$

$$\sum_{(i,j)\in N_{LF}}\sum_{a\in N_a}(CF_{ij})_a+(CV_{ij})_a[(X_{ij})_a^2+(X_{ji})_a^2]+\sum_{k\in N_{SF}}\sum_{b\in N_b}(CF_k)_b+(CV_k)_b(X_k)_b^2 \quad (2)$$

$$\frac{\sum(UF^j*VU^j_{inv})}{VUt^j}+\sum_{\forall j}\left(\frac{VI^{j,real}+\frac{1}{2}*(VI^{j,VU}-VI^{j,real})}{VUt^j}\right)+\sum_{\forall j}(VU^j_{O\&M}*UF^j) \quad (3)$$

donde:

$CF_{k\,b}$: Coste de inversión de una subestación de tipo *b*, en el nodo *k*.
$CF_{ij\,a}$: Coste de inversión de una línea de tipo *a*, en el arco *i,j*.
$CV_{k\,b}$: Coste de O&M de una subestación de tipo *b*, en el nodo *k*.
$CV_{ij\,a}$: Coste de O&M de una línea de tipo *a*, en el arco *i,j*.
N_{SF} : Conjunto de nodos asociados a subestaciones futuras.
N_{LF} : Conjunto de arcos asociados a líneas futuras.
UFj : Unidades físicas de tipo j

2.2. Función objetivo de pérdidas.

Representan la energía que se pierde durante el transporte y la distribución de energía eléctrica dentro de la red como consecuencia del calentamiento natural de los conductores que transportan electricidad. Estas pérdidas son normales en la red y no pueden ser eliminadas totalmente; solo minimizarse lo máximo posible.

Las pérdidas técnicas se producen principalmente por dos causas, las pérdidas por histéresis y corrientes parásitas y las perdidas por efecto Joule. Las pérdidas por histéresis y corrientes parásitas se pueden considerar pérdidas fijas ya que se presentan en el sistema solo por el hecho de energizar el elemento, siendo casi independientes de la demanda. Es decir, estas pérdidas se producen en el sistema aunque la carga conectada a él sea igual a cero. Concretamente las pérdidas por histéresis se producen al magnetizar el núcleo de un transformador, mientras que las corrientes parásitas que se generan por el hecho de que los equipos eléctricos están formados por elementos conductores que se mueven en un campo magnético o están situados en un campo magnético variable.

La función objetivo de perdidas representa la energía perdida por el efecto Joule en los conductores, es decir está vinculada directamente con la energía transportada por cada línea. En el caso de las redes de transporte y distribución, la expresión de pérdidas por efecto Joule general, expresión (4). Es adaptada para trabajar con corriente trifásica, de tal manera que permite representar un cable imaginario que engloba las propiedades del cable, los apoyos, las distancias entre cable y el efecto pantalla producido entre las diferentes líneas, expresión (5).

$$Q = I^2 * R * t \tag{4}$$

$$\sum_{(i,j)} 3 * I_{i,j}^2 * l_{i,j} * (R * cos\varphi + X * sen\varphi) * t \tag{5}$$

donde:

Q : Pérdidas derivadas del efecto Joule en corriente continua.
I : Intensidad que circula por la línea.
R : Resistencia de la línea.
t : Tiempo de operación de la línea.
l : Longitud de la línea.
X : Reactancia de la línea.
Φ : Angulo que determina la relación entre potencia real, aparente y reactiva.

2.3. Función objetivo de fiabilidad o confiabilidad.

La función objetivo de fiabilidad o confiabilidad proporciona una medida relativa a la seguridad de suministro del sistema representando la energía no suministrada por paradas programadas o fallos de la red.

En el caso de redes con topología exclusivamente radial se cuantifica a través de la Energía Esperada No Suministrada (EENS), que se puede definir como la suma de la energía no suministrada a cada uno de los nodos que forman la red. Su cálculo parte de la definición de indisponibilidad del sistema establecida por Billinton y Wang [9], expresión (6). Para calcular la EENS hay que incorporar a la expresión la potencia activa transportada por cada línea como se ve en la expresión (7).

$$\sum_{(i,j)} (\lambda_{ij}) \ (r_{ij}) \ (l_{ij}) \tag{6}$$

$$\sum_{(i,j)} (\lambda_{ij}) \ (r_{ij}) \ (l_{ij}) \ [(\overline{P}_{i,j}) + (\overline{P}_{j,i})] \tag{7}$$

donde:

λ_{ij} : Tasa de fallos por año y unidad de longitud de la línea.
r_{ij} : Tiempo medio de parada por cada fallo hasta restauración de la línea.
l_{ij} : Longitud de la línea.
P_{ij} : Potencia activa que llega al nodo *j* desde el nodo *i*.
P_{ji} : Potencia activa que llega al nodo *i* desde el nodo *j*.

3. NUEVAS REALIDADES Y NECESIDADES

El sector energético lleva dos décadas adaptándose a los cambios derivados de la aparición de nuevas fuentes de energía, la mayoría renovables. La inclusión de estas nuevas fuentes o plantas de generación, ha sido mucho más lenta de lo esperado, salvo algunas excepciones. Una de las mayores razones de la lentitud en esta transi-

ción ha sido la dificultad de operación de redes con múltiples puntos de generación, en los cuales además existe incertidumbre sobre la capacidad de verter energía en cada momento.

En este punto cabe destacar una característica fundamental del sistema eléctrico. La necesidad, para un correcto funcionamiento, de mantener equilibrada la demanda de energía de los usuarios con la capacidad de producción de las plantas generadoras conectadas a la red. Esto ha limitado la potencia instalada de fuentes renovables, quedando anclada en un máximo del 15-25% de la potencia del sistema. El desarrollo de las diferentes tecnologías de generación renovables, junto con la creciente preocupación por las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), ha motivado la búsqueda de soluciones que permitan incorporar porcentajes mayores de energías limpias al sistema eléctrico.

Esta integración no solamente engloba las grandes plantas de producción de energías renovables, como pueden ser los parques eólicos o las plantas de concentración solar, sino que va más allá y busca la forma de dar cabida dentro del sistema eléctrico de los pequeños productores. De manera que los propios usuarios puedan ser consumidores o productores de energía de acuerdo a sus necesidades y al potencial, en cada momento, de generación de energía; dando lugar a la generación distribuida.

Como respuesta a esta problemática y a otras existentes previamente en la distribución eléctrica, como el alto porcentaje de pérdidas, la fiabilidad o los altos costes; se han empezado a desarrollar prototipos de redes inteligentes. Entendiendo por red inteligente aquella que es capaz de integrar las acciones de todos los agentes implicados en el sector eléctrico, productores, transportistas, distribuidores y usuarios; permitiendo distribuir energía eléctrica de forma sostenible, eficiente, rentable y con alta fiabilidad.

Para hacer esto posible una red inteligente debe de contar con un sistema bidireccional de información entre los agentes, además de sistemas de tecnologías avanzadas que permiten la motorización, el control, la comunicación y la operación de los diferentes elementos de la red de distribución eléctrica. Las características principales de estas redes son:

- Aumentar la fiabilidad y calidad del suministro de energía eléctrica, es decir cuando se produzca una falla en una línea o en un elemento de operación, una red inteligente debe de ser capaz de detectar y aislar el problema, de manera que la recuperación de todo o la mayor parte del sistema sea automática, y se desarrolle de acuerdo a un plan estratégico que prioriza las instalaciones más necesarias.
- Mejorar la sostenibilidad ambiental y económica del sistema, al permitir la máxima integración de la generación distribuida, así como un mejor aprovechamiento de la energía en horas valle, en las cuales hay exceso de generación, para recarga de vehículos eléctricos, refrigeración de grandes cámaras o procesos industriales de alto consumo eléctrico.
- Facilitar a los usuarios herramientas que permitan optimizar su propio consumo, de forma que el usuario pueda ver el uso que hace de la energía, cuanta consume, cuando la consume y a qué precio la compra. Esta medida junto con la generación distribuida puede permitir que cada usuario se acerque en la medida de los posible y de acuerdo a sus necesidades al auto-consumo.

- Mejorar la eficiencia del sistema, la capacidad de gestionar estos sistemas ampliamente flexibles permite adaptarse mejor a los picos de demanda, sin tener que desarrollar costosas plantas de generación, que a largo plazo queda infrautilizadas. Así mismo el potencial de acercar la planta de generación al punto de consumo reduce drásticamente las pérdidas producidas en el transporte y distribución de energía eléctrica.

4. NUEVOS MODELOS DE PLANIFICACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

El nuevo problema al que nos enfrentamos en la planificación de redes de distribución requiere dar cabida a los elementos anteriormente mencionados. Como ejemplo se puede ver la figura 2, en la que lo representado en la figura 1 se complementa con unos nuevos elementos, los que superponen el circulo y el rombo. Estos elementos representan a los usuarios, que son consumidores o productores de energía. Estos usuarios consumen la energía que producen, salvo cuando demandan más que su capacidad, caso en el cual la recibirían de la red; y cuando su producción excede su demanda, caso en el cual la vierten en la red. Hay que destacar que uno de los objetivos en la integración de la generación distribuida es que toda la energía generada por estos pequeños productores sea vertida en la red, priorizando su producción frente a la de las grandes plantas de generación.

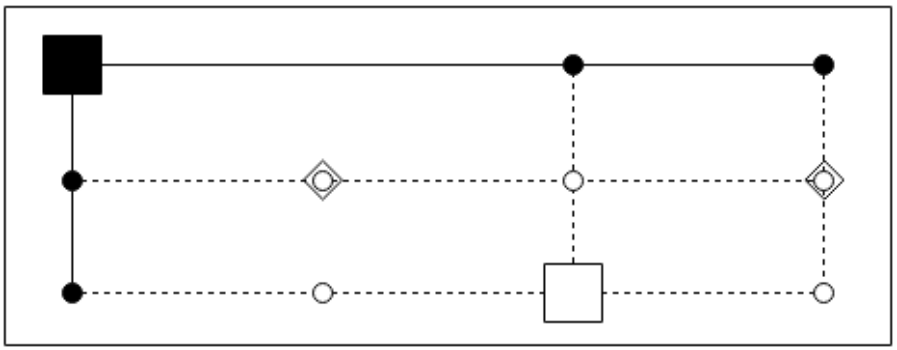


Figura 2. Ejemplo de modelado del problema de generación distribuida.

Para esto se plantean diferentes formas de adaptar los problemas actuales o de reformular el enfoque actual.

4.1. Macronodos

La forma más sencilla de adaptar el modelo actual a la nueva realidad, que englobe la generación distribuida, es la relajación del problema mediante la creación de macronodos. Mientras que en el modelo actual cada nodo puede tener la función de alimentador o consumidor de energía, pero nunca las dos. En el modelos que engloba generación distribuida, existen nodos que pueden cambiar de una función a otro. Para adaptar el problema actual, se crean macronodos alrededor de estos nodos multifunción. Estos macronodos abarcan los nodos que, junto al nodo multifunción, pueden ser suministrados por este. De esta forma matemáticamente nos enfrentaríamos a un problema muy similar al actual, con el único cambio de que estos macronodos tienen

que disponer de la posibilidad de ser suministrados desde las subestaciones, para cubrir la demanda en los casos en los que los pequeños productores no tengan capacidad, ya sea por su propio consumo o por la reducción de potencia debida a las condiciones climatologías.

4.2. Modelos estocásticos de generación o Escenarios

Esta alternativa de modelado se basa en definir umbrales de capacidad para cada pequeño generador. De esta forma la solución óptima para el problema de planificación sería una que cubra las diferentes alternativas de generación en una proporción lo más próxima posible a las previsiones de generación. También puede ser llamada de escenarios, puesto que lo que plantea es que la red sea óptima para un grupo de escenarios diferentes.

El principal problema que presentan estos dos modelos, es que una vez alcanzada una solución óptima para la red, cualquier cambio en aplicado por los usuarios podría generar una red alejada del óptimo. Es decir, si un usuario multifunción deja de generar o un usuario consumidor empieza a generar, es imposible saber que efectos implicaría sobre la optimalidad de la red.

4.3. Versatilidad

Por ello la opción de la versatilidad es la que más se aproxima a poder recoger las necesidades del problema de generación distribuida y a su vez poder englobar nuevos cambios o adaptaciones. En este caso, junto a las tres funciones objetivo definidas en el modelo actual se mediría una cuarta función objetivo, llamada versatilidad. Esta función mediría para cada linea de la red, que posibilidades de adaptarse a otras formas de operación tiene. Y no solo ella por si misma, sino el efecto de adaptar esa linea sobre el resto del sistema.

La formulación de esta función objetivo, es en sí un problema complejo y que en parte puede tomar el aprendizaje adquirido con los dos planteamientos previos, los macronodos y los escenarios. De esta forma se podría representar y valorar para cada línea de forma independiente que ventajas aporta a la red en cada caso de operación.

5. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que nos aporta esta investigación, que aún se encuentra en sus primeras etapas, es que si hasta ahora el problema de planificación de las redes de distribución de energía eléctrica se consideraba un problema *NP-Hard*, el problema de planificación de redes inteligentes de distribución eléctrica englobando generación distribuida es significativamente más complejo. Por ello este problema requiere nuevas metodologías para su resolución, en las que ademas de las estrategias de toma de decisiones aplicadas hasta ahora, se incorporen elementos más potentes del área informática para el desarrollo de simulaciones, así como estrategias y trabajos de minería de datos para la cuantificación del potencial de cada pequeño generador, y una mayor integración con los Sistemas de Información Geográfica que lo van a condicionar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Short, T. A. (2014). *Electric power distribution handbook*. CRC press.
2. Brown, R. E. (2008). *Electric power distribution reliability*. CRC press.

3. Kalambe, S. and Agnihotri, G. (2014). Loss minimization techniques used in distribution network: bibliographical survey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29:184 – 200.

4. Alarcon-Rodriguez, A., Ault, G., and Galloway, S. (2010). Multi-objective planning of distributed energy resources: A review of the state-of-the-art. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(5):1353 – 1366.

5. Borges, C. (2012). An overview of reliability models and methods for distribution systems with renewable energy distributed generation. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(6):4008–4015.

6. Hung, D. Q., Mithulananthan, N., and Bansal, R. (2013). Analytical strategies for renewable distributed generation integration considering energy loss minimization. Applied Energy, 105:75 – 85.

7. Vecchi, T. P. B. and Volpi, N. M. P. (2004). Um estudo de modelos matemáticos para expansão de redes de distribuição de energia elétrica. *Pós-Graduaçao em Métodos Numéricos em Engenharia*, Universidade Federal do Paraná.

8. Knight, U. t. (1960). The logical design of electrical networks using linear programming methods. *Proceedings of the IEE-Part A: Power Engineering*, 107(33):306–314.

9. Billinton, R. and Wang, P. (1998). Distribution system reliability cost/worth analysis using analytical and sequential simulation techniques. *IEEE Transactions on Power Systems*, 13(4):1245–1250.

EL ESPECTRO COMPUESTO COMO HERRAMIENTA PARA LA DETECCIÓN DE DESEQUILIBRIOS ROTANTES EN MAQUINARIA

F. Feijoo García[1], F. J. Gómez Gil[2], J. Ruiz Calvo[3], J. Peláez Vara[4], A. Martínez Martínez[5], R. Ruiz González[6]

[1]Dpto. de Ingeniería Electromecánica. Universidad de Burgos. ffeijoo@ubu.es, [2]fjg-gil@ubu.es, [3]justorc@ubu.es, [4]jpelaez@ubu.es, [5]albmm@ubu.es

[6]Dpto. de Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería Telemática. E.T.S. Ing. de Telecomunicación, Universidad de Valladolid. rruigon@ribera.tel.uva.es

RESUMEN

En este estudio se presenta la técnica del espectro compuesto como herramienta para detectar desequilibrios rotantes en máquinas. El espectro compuesto consiste en la fusión de los datos obtenidos por varios acelerómetros de forma que se puede reducir el esfuerzo en el análisis de los espectros. Para ello se emplean las mediciones realizadas en una cosechadora agrícola con desequilibrios en el picador de paja y el cilindro de la trilla. Se miden las vibraciones en 4 posiciones alejadas de los elementos rotantes. Estas señales se fusionan utilizando la técnica propuesta y se compara el espectro compuesto con los espectros individuales correspondientes a cada sensor. Como resultado se confirma la posibilidad de simplificar el análisis de las vibraciones utilizando el espectro compuesto en lugar de las señales independientes.

Palabras clave: espectro compuesto, análisis de vibraciones, desequilibrio rotante, mantenimiento predictivo (PdM), maquinaria agrícola.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis de las vibraciones mecánicas se utiliza dentro del campo del mantenimiento predictivo de máquinas [1] para obtener información sobre el estado de la maquinaría y poder detectar la degradación del sistema antes de que se produzca la avería. Los últimos avances y técnicas para el análisis de las vibraciones mecánicas han sido recopiladas por *Jardine* et al. en [2].

Las cosechadoras agrícolas disponen de varios rotores. La presencia de desequilibrios en alguno de estos rotores provoca vibraciones que pueden averías costosas y detener su utilización durante las campañas de recogida de cereal.

A través del análisis espectral de las vibraciones es posible identificar diferentes tipos de fallo, pero precisa de personal cualificado y con experiencia en la interpretación de los espectros para poder garantizar un diagnóstico correcto y el análisis de los espectros correspondientes a varios sensores (tradicionalmente 2 por cada eje).

El espectro compuesto (CS) ha sido propuesto por *Sihna* y *Elbhba* [3], [4], como una técnica para la fusión de los datos de forma que se pueda reducir el análisis espectral a un único espectro compuesto [5].

El objetivo de este estudio es evaluar la técnica del espectro compuesto como herramienta para detectar desequilibrios rotantes en máquinas.

2. MATERIAL

Se miden las vibraciones en cuatro ubicaciones de una cosechadora *New Holland* TC56 con 12 años de antigüedad, 4.000 horas de trabajo y motor de 6 cilindros en línea, en la que se han provocado desequilibrios en el picador y en el cilindro de trilla.

Se utiliza un sistema de adquisición de datos (DAQ) de *National Instruments* (NI), formado por un módulo de adquisición de datos NI 9234 para entradas analógicas y un chasis compacto NI cDAQ-9172, para la conexión a un ordenador portátil. Las señales se han adquirido usando el programa NI *Sound and Vibration Assistant*. Para la representación y cálculo de los espectros se utilizó el programa MATLAB® y su módulo *Signal Processing Toolbox*.

Se colocan 4 acelerómetros: a0, a1 y a2, en dirección transversal en diferentes puntos del chasis y a3, en dirección longitudinal en el corte.

3. MÉTODO

3.1. Spectrum

La densidad espectral de potencia es una herramienta para obtener información sobre la energía de una señal para las diferentes frecuencias. Para una señal temporal, x(t), descompuesta en n segmentos, la densidad espectral de potencia promediada se define como:

$$S_{xx}(f_k) = \frac{\sum_{r=1}^{n} X^r(f_k) X^{r*}(f_k)}{n}, \quad k = 1, 2, 3, \ldots, N \tag{1}$$

siendo $S_{xx}(f_k)$ la densidad espectral de potencia, $X^r(f_k)$ y $X^{r*}(f_k)$ las transformadas de Fourier de la señal y su conjugada para la frecuencia f_k., y N los puntos correspondientes a cada frecuencia.

3.2. *Espectro* compuesto no coherente

El espectro compuesto se calcula a partir de la fusión de las señales de varios sensores en el dominio de la frecuencia [3] según la ecuación:

$$S_{CS}(f_k) = \frac{\sum_{r=1}^{n} X^r_{CS}(f_k) X^{r*}_{CS}(f_k)}{n}, \quad k = 1, 2, 3, \ldots, N \tag{2}$$

donde $X^r_{CS}(f_k)$ es la transformada de Fourier compuesta para segmento r-ésimo de la señal, para todos los sensores a la frecuencia, f_k, y $X^{r*}_{CS}(f_k)$ es su conjugada compleja. Esta transformada se calcula como:

$$X^r_{CS}(f_k) = \sqrt{(S_{x_1x_2}(f_k) S_{x_2x_3}(f_k) \cdots S_{x_{(b-1)}x_b}(f_k))^{1/(b-1)}} \tag{3}$$

donde, para un total de b señales, $S^{r}_{x_{b-1},x_b}(f_k)$ son los espectros de potencia cruzada entre las señales procedentes de los acelerómetros 1 y 2, 2 y 3, … , (b-1) y b, y se calcula como:

$$S_{x_p,x_{p+1}}(f_k)=\left[X^{r}_{p}(f_k)X^{r*}_{p+1}(f_k)\right] \quad (4)$$

donde $X^{r}_{p}(f_k)$ es la transformada de Fourier de cada uno de los r segmentos en los que dividimos la señal del sensor p y $X^{r*}_{p+1}(f_k)$ le la conjugada compleja de la transformada de Fourier correspondiente al sensor p+1.

3.3. Mediciones

En este estudio se han adquirido mediciones de vibraciones para cada uno de los 4 acelerómetros situados en las diferentes posiciones de la estructura de la cosechadora (Figura 1), correspondientes a los siguientes estados de funcionamiento: i) estado D5, con la trilla y el picador equilibrados, ii) estado D9, con la trilla y el picador desequilibrados.

La velocidad de rotación del motor a la que se han estudiado los anteriores 4 modos de funcionamiento ha sido de 21,3 Hz (1.280 RPM). Los desequilibrios se han conseguido fijando un contrapeso en la trilla, y/o retirando una de las cuchillas del picador. Cada una de las mediciones ha tenido una duración de 60 segundos y una frecuencia de muestreo de 1706,48 Hz. Se han dividido en n = 71 segmentos de 6.820 muestras cada uno, para calcular el espectro promediado, con una resolución de 0,25 Hz, y se le ha aplicando una ventana *Hanning* con 80% de solapamiento.

Las frecuencias de interés son la frecuencia de giro de la trilla, 8,5 Hz (508,3 RPM), del picador, 25,4 Hz (1.524 RPM) y la de giro del motor, 21,3 Hz (1.280 RPM). Estos valores son aproximados, pero sirven de referencia para localizar las frecuencias correspondientes en las gráficas. La zona de interés a analizar estará, por tanto, comprendida entre 0 y 60 Hz.

4. RESULTADOS

En las siguientes figuras se pueden ver los espectros correspondientes al funcionamiento con trilla y picador equilibrados (Figura 1) y desequilibrados (**Figura 3**). En este caso se identifican fácilmente las frecuencias correspondientes al motor: 21,5 Hz (1x) y 10,75 Hz (0,5x), así como las frecuencias correspondientes a la trilla (8.5Hz) y al picador (25,5 Hz).

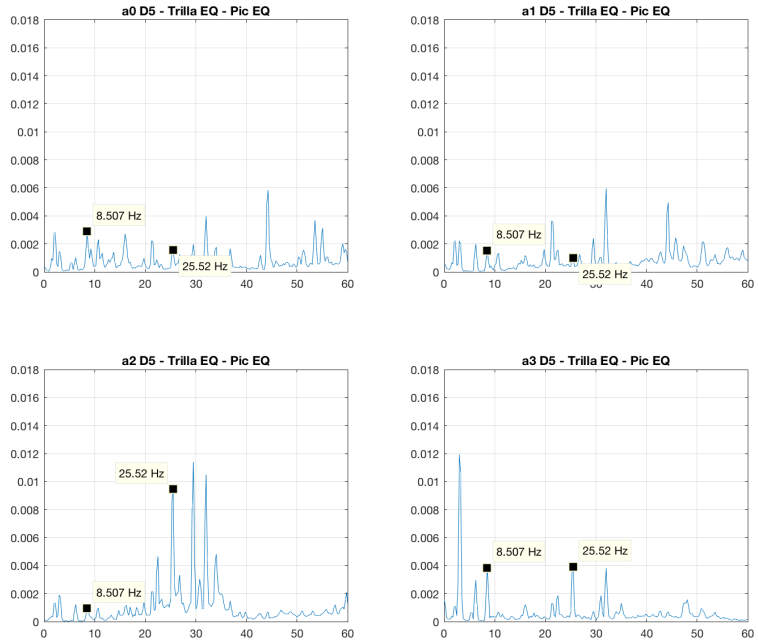


Figura 1. vibraciones con trilla y picador equilibrados.

En la figura 2 se puede observar el incremento en la amplitud de las vibraciones correspondientes a dichas frecuencias debido al desequilibrio. Este incremento depende de la posición del acelerómetro. En el caso del desequilibrio del picador, el incremento de las vibraciones en la frecuencia de 25,5 Hz es más evidente en las posiciones a3 y a2. Mientras que el desequilibrio de la trilla es menos evidente para la posición a2 que para el resto.

La utilización del espectro compuesto permite reducir el análisis de los espectros correspondientes a los 4 acelerómetros a un único espectro. En las figura 3 y 4 se puede observar el espectro compuesto para los 2 casos anteriormente estudiados. Se puede observar cómo ambos desequilibrios son fácilmente identificables en el espectro compuesto.

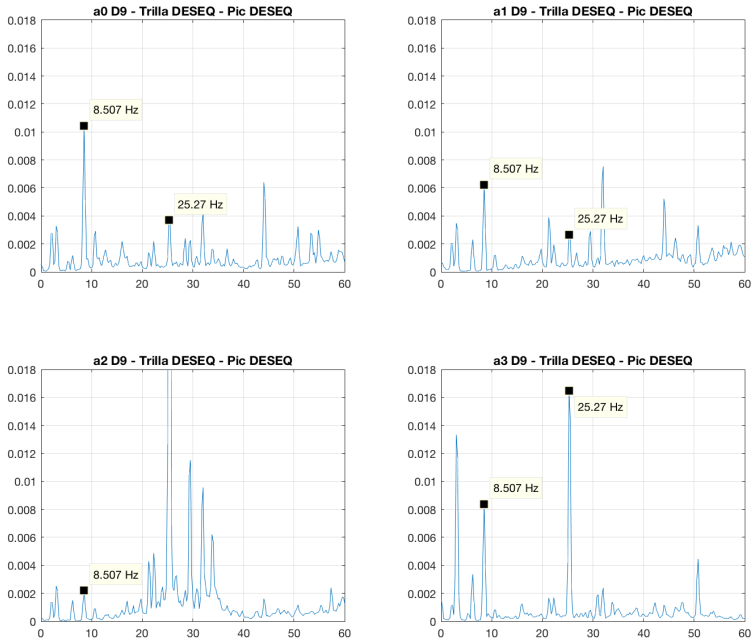


Figura 2. vibraciones con trilla y picador desequilibrados.

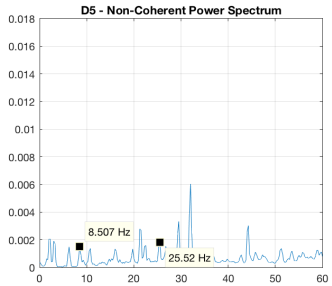


Figura 3. espectro compuesto con trilla y picador equilibrados.

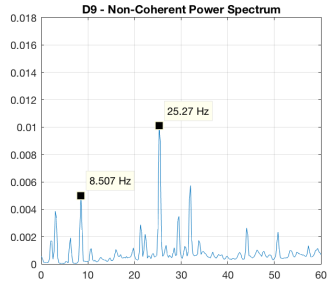


Figura 4. espectro compuesto con trilla y picador desequilibrados.

5. CONCLUSIONES

Este estudio evalúa la viabilidad dela técnica del espectro compuesto como herramienta para detectar desequilibrios rotantes en máquinas. Confirma la validez del espectro compuesto como herramienta para simplificar la detección de los desequilibrios rotantes y la atenuación del ruido del espectro compuesto coherente frente al no-coherente. La aplicación práctica en una máquina compleja como es una cosechadora nos anima a pensar que es una metodología adecuada para plantear una política de mantenimiento predictivo en otro tipo de maquinaria.

REFERENCIAS

[1] R. B. Randall. Vibration-based condition monitoring: industrial, aerospace and automotive applications, Ed. John Wiley & Sons, 2011. ISBN: 0470977582.

[2] A. K. S. Jardine, D. Lin, y D. Banjevic. A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance, Mechanical Systems and Signal Processing, 20, 7, (2006), 1483-1510.

[3] J. K. Sinha, K. Elbhbah. A future possibility of vibration based condition monitoring of rotating machines, Mechanical Systems and Signal Processing, 34, 1–2, (2013), 231-240.

[4] K. Elbhbah, J. K. Sinha. Vibration-based condition monitoring of rotating machines using a machine composite spectrum, Journal of Sound and Vibration, 332, 11, (2013), 2831-2845.

[5] K. Elbhbah, J. K. Sinha, W. Hahn, G. Tasker. Application of Composite Spectrum in Steam Turbo-Generator Set, Vibration Engineering and Technology of Machinery, Ed. Springer International Publishing, 2015. ISBN 9783319099170.

ESTUDIO MEDIANTE EL COEFICIENTE DE MÁXIMA INFORMACIÓN DE LAS POSIBLES ASOCIACIONES ENTRE LAS VARIABLES DE LOS TEST EPR Y PAP EMPLEADOS PARA CARACTERIZAR LA CORROSIÓN POR PICADURA EN UNIONES DE ACERO INOXIDABLE AISI 304 SOLDADAS POR RESISTENCIA POR PUNTOS

Virginia Ahedo[1], Óscar Martín[2], José Ignacio Santos[3], Pilar de Tiedra[4], José Manuel Galán[3]

[1] *CaSEs - Complexity and socioecological systems, Depto. Arqueología y Antropología. Institución Milá y Fontanals – CSIC. C/ Egipcíaques, 15. 08001 Barcelona, Spain.*

[2] *Ingeniería de los Procesos de Fabricación, Departamento CMeIM/EGI/ICGF/IM/IPF, Universidad de Valladolid, Escuela de Ingenierías Industriales, Paseo del Cauce 59, Valladolid 47011, Spain.*

[3] *INSISOC, Área de Organización de Empresas, Departamento de Ingeniería Civil, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Burgos, Edificio La Milanera, C/Villadiego S/N, Burgos 09001, Spain.*

[4] *Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica, Departamento CMeIM/EGI/ICGF/IM/IPF, Universidad de Valladolid, Escuela de Ingenierías Industriales, Paseo del Cauce 59, Valladolid 47011, Spain.*

RESUMEN

En este documento se presenta un análisis de las posibles relaciones existentes entre las variables de dos de los test más empleados para estudiar la corrosión por picadura en acero inoxidable: el test de Reactivación Electroquímica Potenciocinética (*Electrochemical Potentiokinetic Reactivation* –ERP- test) y el test Polarización Anódica Potenciodinámica (*Potentiodinamic Anodic Polarization* –PAP- test). El proceso experimental consistió en la realización de ambos test sobre 242 muestras de acero inoxidable AISI 304 con uniones soldadas por resistencia por puntos (*Resistance Spot Welding* –RSW-).

El análisis exploratorio ha sido realizado utilizando el estadístico conocido como Coeficiente de Máxima Información (*Maximal Information Coefficient* –MIC-), el cual es capaz de identificar relaciones bivariable tanto funcionales como no funcionales. La existencia de alguna relación entre las variables de ambos test podría permitir predecir los resultados de uno de los test a partir de los del otro, optimizando sustancialmente el tiempo y método de análisis del comportamiento de las soldaduras de acero inoxidable AISI 304 frente a la corrosión.

Palabras clave: soldadura por resistencia, acero inoxidable AISI 304, potencial de picadura, carga de reactivación, *Maximal Information Coefficient*, *Mutual Information*, equidad.

1. INTRODUCCIÓN

El proceso de soldadura por resistencia por puntos (*Resistance Spot Welding* –RSW-), es ampliamente utilizado en la fabricación de conjuntos metálicos de chapa, fundamentalmente debido a que presenta un excelente compromiso entre aspectos técnicos y aspectos económicos tales como bajo coste, simplicidad, bajo tiempo de ciclo e idoneidad para la automatización [1–4]the resistance spot welding (RSW. Por su parte, el acero inoxidable austenítico es uno de los materiales cada vez más empleados en RSW, fundamentalmente debido a su elevada resistencia a la corrosión y a su buena resistencia mecánica, que lo hacen especialmente adecuado para entornos de trabajo en soluciones acuosas a temperatura ambiente [5].

En términos de corrosión, el acero austenítico inoxidable se ve particularmente afectado por la corrosión localizada por picadura, la cual consiste en la formación de cavidades o agujeros microscópicos en la superficie del metal o aleación a causa de la rotura de la capa pasiva. Concretamente, cuando se efectúan soldaduras sobre acero inoxidable, la corrosión por picadura se relaciona directamente con las transformaciones microestructurales tales como la segregación de elementos de aleación o la formación/descomposición de ferrita δ, que son originadas por la energía térmica asociada con el proceso de soldadura [6–9]. El calor generado al soldar acero inoxidable austenítico causa un fenómeno conocido como sensibilización, consistente en la precipitación de fases ricas en cromo (carburos de cromo) a lo largo de zonas críticas (límites del grano) [10–13]. Dado que el cromo es el elemento responsable de la resistencia a la corrosión, ya que permite la formación de una película protectora a base de óxido de cromo en la superficie del acero [14,15], las zonas con un reducido contenido en cromo, adyacentes a las fases ricas en cromo, son más susceptibles de ataque corrosivo. El grado de sensibilización, (*degree of sensitization* – DOS-), puede evaluarse a partir de la carga de reactivación Q_r [16,17], la cual se obtiene en el test de Reactivación Electroquímica Potenciocinética (*Electrochemical Potentiokinetic Reactivation* –ERP- test). Mudali et al. [18] demostraron que la resistencia a la corrosión por picadura del acero inoxidable austenítico disminuía a medida que el grado de sensibilización (DOS) aumentaba.

El test EPR ha sido utilizado tradicionalmente para evaluar el grado de sensibilidad (DOS) en acero inoxidable austenítico [15,19], no obstante, existen también otros test que permiten abordar el estudio la corrosión por picadura, por ejemplo el test de Polarización Anódica Potenciodinámica (*Potentiodinamic Anodic Polarization* –PAP- test), del cual se obtiene el potencial de picadura E_{pit} [24,25].

El objeto de este trabajo es demostrar si existe algún tipo de relación entre alguna de las variables de los test PAP y EPR, que nos permita predecir el resultado de uno de los test a partir de los resultados del otro. Para ello, se utilizan técnicas de análisis basadas en inteligencia artificial, algunas de las cuales ya han sido aplicadas con éxito al estudio de fenómenos de corrosión [9,26,27], para llevar a cabo un análisis exploratorio de los resultados obtenidos al realizar los test PAP y EPR sobre soldaduras por resistencia por puntos de acero inoxidable AISI 304. El interés del estudio radica en que en caso afirmativo, se conseguiría optimizar el proceso de evaluación del comportamiento frente a la corrosión de las RSW en acero inoxidable, pues bastaría con realizar uno de los dos test para conocer también los resultados del segundo.

2. PROCESO EXPERIMENTAL

Las láminas utilizadas en las soldaduras por resistencia por puntos presentaban un espesor de 0.8 mm y eran de acero inoxidable austenítico AISI 304. Su composición química y las propiedades mecánicas de las mismas se muestran en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Composición química de las láminas de acero inoxidable austenítico AISI 304 (% en peso).

C	Cr	Ni	Si	Mn	Mo	Al	Co
0.08	18.03	8.74	0.426	1.153	0.36	0.003	0.17
Cu	Nb	Ti	V	W	S	P	Fe
0.39	0.02	0.004	0.05	0.03	0.002	0.019	Bal.

Tabla 2. Propiedades mecánicas de las láminas de acero inoxidable austenítico AISI 304.

Límite Elástico (MPa)	Resistencia a Tracción (MPa)	Elongación Total (%)	Microdureza (HV, 100g)
290	675	70	162

2.1. Proceso de soldadura por resistencia por puntos

Las chapas de acero inoxidable austenítico AISI 304 fueron soldadas mediante un equipo de corriente alterna monofásica y frecuencia 50 Hz refrigerado con agua, equipado con electrodos cónicos RWMA Grupo A Clase 2 de 16 mm de diámetro en el cuerpo del cono y 4.5 mm de diámetro en la punta.

Los parámetros de control fueron aquellos considerados por Aslanlar [28] como los más importantes dentro del proceso de soldadura por resistencia por puntos: (i) el tiempo de soldadura (WT), que varió de 12 a 2 ciclos con un paso de 1 ciclo; (ii) la corriente de soldadura (WC) que varió aproximadamente de 6.5 a 1.5 kA RMS con un paso de 0.5 kA RMS; y la fuerza del electrodo (EF) que tomó dos posibles valores: 1000 N ó 1500 N. Como consecuencia de ello se obtuvieron 242 muestras, i.e. 11 x 11 x 2, cada una de ellas con unas condiciones de soldadura diferentes.

2.2. PAP tests

Los test PAP fueron realizados sobre las 242 muestras de acuerdo a la norma ASTM 65-94 [29], utilizando una macro celda electroquímica que dispone de dos electrodos auxiliares de carbono de alta pureza y un electrodo de calomelanos (*Saturated Calomel Electrode* –SCE-) situado en frente de la muestra a una distancia de 4 mm [30]the lower the Epit; and (ii.

Los test fueron llevados a cabo en una solución ácida con cloruros de la siguiente forma: 1 N H_2SO_4 + 0.5 N NaCl a una temperatura de 30 °C ± 1. El procedimiento experimental de los test fue el siguiente: 5 min al potencial de circuito abierto (V_{OC}), 2 min de ataque anódico a -220 mV_{SCE}, después 3 min a V_{OC}, 2 min de limpieza catódica a -600 mV_{SCE}, nuevamente 3 min a V_{OC} y finalmente scan anódico potenciodinámico empezando a 50 mV_{SCE} por debajo de V_{OC} hasta 1000 mV_{SCE}. La velocidad de barrido para dicho análisis era de 50 mV/min.

De las curvas PAP (Fig. 1), se obtiene el potencial de picadura E_{pit}, el cual, cuanto mayor sea, mayor será la resistencia a la corrosión por picadura [31,32].

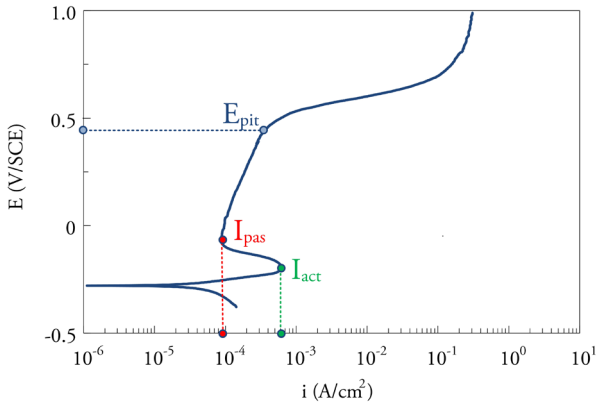


Figura 1. Puntos principales de la curva PAP: E_{pit} (potencial de picadura), I_{pas} (densidad de corriente pasiva) e I_{act} (densidad de corriente activa).

2.3. EPR tests

El test EPR es un test mucho más rápido, más sensible y más preciso que los test convencionales de corrosión [20], siendo por ello extensamente utilizado para evaluar el DOS de los aceros inoxidables austeníticos [21]. Los test EPR fueron realizados sobre las muestras utilizando nuevamente una macro celda electroquímica con dos electrodos auxiliares de alta pureza y un electrodo de calomelanos (SCE) situado en frente de cada espécimen a una distancia de 4 mm [33]resulting from precipitation hardening, on the corrosion behaviour of A286 superalloy by using electrochemical potentiokinetic reactivation (EPR, siguiendo la norma ASTM G108-92 [34] y con la modificación del electrolito propuesta por De Tiedra et al. [15].

Los test fueron llevados a cabo a una temperatura de 30 °C ± 1 con el siguiente electrolito: 0.5 M H_2SO_4 + 0.03 M KSCN. El procedimiento experimental fue el siguiente: 5 min a potencial de circuito abierto (V_{OC}), desaireado, ataque anódico a -220 mV_{SCE} durante 2 minutos, 2 minutos a V_{OC}, limpieza catódica a -600 mV_{SCE} durante 1 min y por último 5 min a V_{OC}. La pasivación fue efectuada aplicando 200 mV_{SCE} durante 2 minutos. El scan de reactivación comenzó a 200 mV hasta 50 mV por debajo de V_{OC}, con una velocidad de barrido de 100 mV/min.

El DOS se evalúa a partir de la carga de reactivación Q_r [16,17], que es el área bajo la joroba de reactivación de la curva ERP (Fig. 2). Cuanto mayor es Q_r, mayor es el DOS.

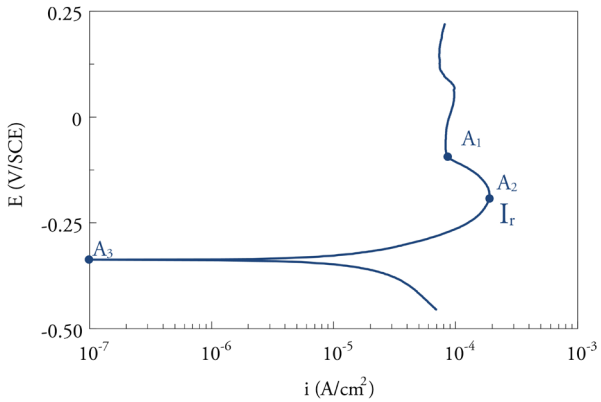


Figura 2. Curva ERP. Q_r es el área bajo A_1-A_2-A_3.

3. ANÁLISIS COMPUTACIONAL

Con el objeto de estudiar si existe algún tipo de relación entre las variables del test EPR y las del test PAP, se ha optado por un análisis exploratorio que abarque todas las combinaciones posibles, a fin de evitar auto-limitarnos tratando de encontrar un tipo de relación en particular, como por ejemplo una relación lineal.

Existen diversas métricas que tratan de determinar si existe algún tipo de relación entre variables, desde el coeficiente de correlación de Pearson, concebido para el caso estrictamente lineal, a métricas más modernas y con un espectro de análisis más amplio, como el Coeficiente de Máxima Información (*Maximal Information Coefficient* –MIC-), propuesto por Reshef et al. [35], que se basa en la Teoría de la Información y que ha sido diseñado para identificar relaciones bivariable de diversa índole, gozando de gran popularidad en la actualidad.

3.1. Coeficiente de Máxima Información (*Maximal Information Coefficient* –MIC-)

El MIC pertenece a un conjunto de estadísticos denominados Estadísticos No Paramétricos de Exploración, que están basados en la Información Máxima, (*Maximal Information-based Nonparametric Exploration* – MINE- statistics). El MIC, que fue definido por primera vez en 2011 por Reshef et al. [35], se basa en el concepto de Información Mutua, (*Mutual Information*, -MI-).

Formalmente, la MI de dos variables aleatorias discretas X e Y se define como sigue:

$$I(X;Y) = \sum_{y\in Y}\sum_{xeX} p(x,y)\cdot log\left[\frac{p(x,y)}{p(x)p(y)}\right] \quad (1)$$

Donde $p(x,y)$ es la función de distribución de la probabilidad conjunta de X e Y, y $p(x)$ y $p(y)$ son las funciones de distribución marginales de X e Y respectivamente. El concepto de Información Mutua –MI- está estrechamente relacionado con la noción de entropía, la cual puede ser entendida como la incertidumbre que se tiene

acerca de una variable aleatoria. Por consiguiente, la MI puede ser reformulada como una función de la entropía:

$$I(X;Y) = H(X) - H(X|Y) = H(Y) - H(Y|X) \quad (2)$$

Donde *H(X)* y *H(Y)* son las entropías marginales y *H(X | Y)* y *H(Y | X)* son las entropías condicionales. Esta segunda formulación ilustra que la MI puede ser entendida como la reducción en la incertidumbre acerca de una variable dado el conocimiento de otra variable.

Para calcular el MIC, se obtiene el estadístico MI para cada par (*x, y*). Posteriormente, se normalizan los valores de MI y se guardan en la matriz característica *M*. El MIC resulta ser el valor máximo de *M*.

Una de las cuestiones fundamentales del artículo de Reshef et al. [35] se halla en la forma en que se estiman las funciones de distribución de probabilidad necesarias para calcular el estadístico MI. El procedimiento propuesto se basa en la idea de que si existe una relación entre dos variables, ésta puede ser encapsulada dibujando una cuadrícula en el gráfico de dispersión de las dos variables, la cual se encargará de dividir los puntos en pequeños subgrupos, pudiendo capturar así mejor cualquier posible relación. Formalmente, para una cuadrícula *G,* la probabilidad de un cuadro es proporcional al número de puntos que se encuentran dentro de dicho cuadro; esto implica que la distribución de probabilidad es dependiente de la cuadrícula *G* que se emplee. El número de cuadrículas diferentes que se construyen está limitado por el valor recomendado por Reshef et al. [35], donde *n* es el tamaño de la muestra:

$$B(n) = n^{0.6} \quad (3)$$

Si denotamos mediante I_G a la Información Mutua (MI) obtenida a partir de la distribución de probabilidad inducida en una cuadrícula concreta *G*, la entrada (*x*, *y*)-iésima $m_{x,y}$ de la matriz característica es igual a:

$$m_{x,y} = \frac{max\{I_G\}}{\log \min\{x,y\}} \quad (4)$$

Donde el máximo se toma sobre todas las cuadrículas *G* que se hayan construido.

Dado que las cuadrículas óptimas para distintos conjuntos de datos no tienen por qué tener las mismas dimensiones, se hace necesario llevar a cabo un proceso de normalización que nos permita comparar los resultados, ya que cuadrículas de diferente tamaño tienen puntuaciones de MI distintas. La normalización efectuada consiste en dividir el valor máximo obtenido para el par (*x*, *y*), tomando el máximo sobre todas las cuadriculas construidas, entre el *log min{x,y}*, ya que el valor máximo de Información Mutua que se puede encontrar en una distribución obtenida a partir de una cuadrícula *x* por *y* es *log min{x,y}* [36]. Como consecuencia de la normalización, todas las entradas de la matriz *M* toman valores entre 0 y 1, por lo que el MIC también toma valores entre 0 y 1. A su vez, el MIC es simétrico, i.e. *MIC(X,Y) = MIC(Y,X)*, ya que la Información Mutua (MI) en que se basa es simétrica.

Reshef et al. [35] probaron matemáticamente que el estadístico MIC, con probabilidad tendiente a 1 a medida que crece el tamaño de la muestra, asigna puntuaciones que tienden a 1 a todas las relaciones funcionales entre variables que son distintas de una relación constante, en ausencia de ruido. Esto es así incluso para los casos en que

tenemos superposición de funciones sin ruido. A su vez, demostraron que el MIC asigna valores que tienden a 0 cuando las variables son estadísticamente independientes.

Desde esta óptica procedemos a analizar los resultados que se presentan en la Fig. 3, la cual es una matriz, que muestra mediante un gradiente de colores, los valores que asigna el MIC a las posibles relaciones entre variables de los dos test bajo consideración: el test EPR y el test PAP. A modo de recordatorio cabe destacar que las variables vinculadas con el test PAP son la densidad de corriente activa I_{act} (A/cm^2), la densidad de corriente pasiva I_{pas} (A/cm^2) y el potencial de picadura E_{pit} (V_{SCE}), mientras que las variables del test EPR son la densidad de corriente de reactivación I_r (A/cm^2) y la carga de reactivación Q_r (C/cm^2).

Tal y como se observa en la figura 3, las únicas variables entre las que existe una fuerte relación son Q_r e I_r, ambas pertenecientes al test EPR. El resto de variables sólo presentan un valor de MIC igual a 1 cuando se analiza la relación que tienen consigo mismas, la cual, obviamente, es perfectamente lineal.

Reshef et al. afirman que el MIC presenta dos importantes propiedades heurísticas: (i) generalidad, que significa que para un tamaño de la muestra lo suficientemente grande el estadístico es capaz de capturar un amplio rango de asociaciones, no limitándose a tipos de funciones específicos; y (ii) equidad, la cual implica que el estadístico asigna una puntuación similar a relaciones de distinto tipo con el mismo nivel de ruido. Sin embargo, esta afirmación es controvertida. Kinney and Atwal [37] llevaron a cabo un análisis exhaustivo del trabajo de Reshef et al. [35] en el que expusieron sus reservas frente al MIC. A grandes rasgos, Kinney et al. concluyeron que el MIC no posee equidad mientras que la MI sí, y que la Información Mutua presentaba de manera consistente un poder estadístico mayor que el MIC, entendiendo por poder estadístico de un test basado en un estadístico, la probabilidad de que el test rechace la hipótesis nula (H_0) cuando la hipótesis alternativa (H_1) es cierta.

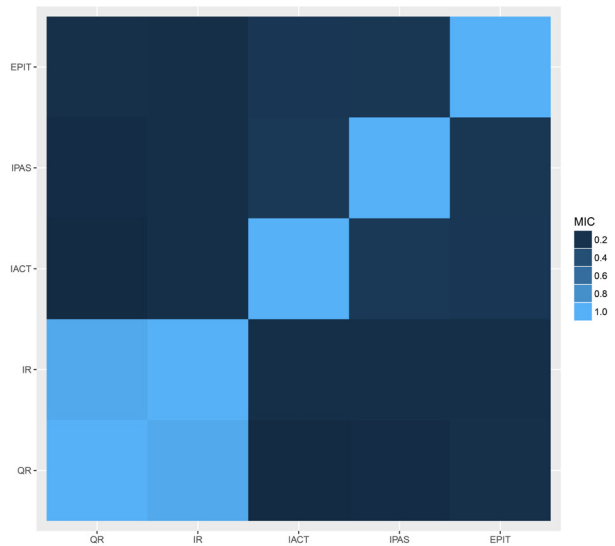


Figura 3. Matriz de relaciones entre variables de los test EPR y PAP en base al MIC.

Entrando más en detalle, las conclusiones principales que presentaron Kinney y Atwal [37] son las siguientes:

1. Reshef et al. describen el concepto de equidad como "la capacidad de un estadístico de asignar puntuaciones análogas a diferentes relaciones entre variables con un mismo nivel de ruido"; sin embargo, no presentan su definición matemática. Kinney y Atwal formalizan dicho concepto de equidad en base a la medida de correlación R^2 de Pearson, lo que viene a llamarse la condición de equidad R^2. Consiguientemente, afirman que la equidad tal y como Reshef et al. la definen y entendida en términos de equidad R^2 no puede ser satisfecha por ninguna medida de dependencia no trivial. Como alternativa, aseveran que el concepto subyacente tras la idea de equidad puede formalizarse de forma adecuada mediante la auto-equidad, la cual está estrechamente relacionada con la Desigualdad del Procesamiento de Datos (*Data Processing Inequality* –DPI-), que afirma que la información generalmente se pierde, (nunca se gana), cuando se transmite a través de un canal ruidoso. En este punto, es importante destacar que todas las métricas que satisfacen la DPI poseen auto-equidad, encontrándose entre dichas métricas la Información Mutua, (MI). El MIC, sin embargo, viola tanto la DPI como la auto-equidad según Kinney y Atwal. Por ello, presentan a la MI como especialmente adecuada para aquellos casos en los que los datos tengan mucho ruido y las características y propiedades de dicho ruido sean desconocidas a priori.
2. Kinney y Atwal sugieren que el procedimiento de normalización empleado en el cálculo del MIC reduce su poder estadístico.
3. La estimación de manera fiable de la Información Mutua en casos con un número finito de datos continuos sigue siendo un problema irresoluto. Sin embargo, existe software como por ejemplo el estimador KNN que permite estimar MI lo suficientemente bien para fines prácticos.

Otros renombrados expertos en el campo también manifestaron sus opiniones acerca del MIC. Tibshirani et al. [38] compararon la métrica MIC con la distancia de correlación, (*Distance Correlation*, -dCor-), propuesta por Székeley & Rizzo [39], y afirmaron que el MIC tiene menor poder estadístico que la dCor. Su conclusión es que el MIC aunque útil e interesante, presenta ciertas deficiencias en términos de poder estadístico, lo cual implica que si se utiliza para análisis exploratorio a gran escala, puede conducir a demasiados falsos positivos.

Heller et al. [40] por su parte compararon el MIC con la dCor y con su propia métrica, el HHG, y concluyeron que en supuestos con relaciones funcionales sin ruido, el MIC es ligeramente mejor que su estadístico HHG y que la dCor. Sin embargo, afirman que para un tamaño de muestra de carácter práctico (30, 50 ó 100), en contraposición a los tamaños de muestra que utilizaron Reshef et al. (250, 500 or 1000), y relaciones con ruido de tipo tanto funcional como no funcional, HHG y dCor presentan mucho más poder estadístico que el MIC. A su vez, apuntan que a diferencia del MIC que solo puede evaluar la independencia entre dos vectores aleatorios con variables unidimensionales, dCor y HHG pueden trabajar sobre vectores con un número arbitrario de dimensiones.

Reshef et al. respondieron a las críticas [41] y en síntesis aclararon que:

1. Sus afirmaciones acerca del rendimiento del MIC se basan en simulaciones a gran escala (con un elevado número de datos). Por lo que dichas conclusiones no aplican para casos con un número de datos muestrales muy reducido, (tales como los contemplados por Heller et al.).
2. Su definición de la noción de equidad no se corresponde con la equidad R^2 como apuntan Atwal et al. Por lo tanto, todas las afirmaciones realizadas en base a esta suposición no aplican.
3. La principal fortaleza de su métrica MIC es que al margen de que no pueda conseguir una perfecta equidad, presenta una aproximación moderadamente buena en términos de equidad, que permite explorar de manera práctica y sencilla las posibles relaciones entre variables de conjuntos de datos grandes. Su punto es que el hecho de que aún no se haya encontrado una métrica con una equidad perfecta no implica que no puedan emplearse métricas que presenten una equidad moderadamente buena para analizar y comprender relaciones bivariable. Se debe seguir estudiando en el campo para llegar a lograr esa métrica de perfecta equidad, pero sin duda, el entender y aplicar las aproximaciones imperfectas de la misma que existen en la actualidad, ayudará a avanzar en ese camino de investigación.
4. Por último, puntualizan que Atwal et al. para aseverar que la MI presenta una equidad mayor que la del MIC se basaron únicamente en simulaciones realizadas con un único modelo de ruido y tamaños de muestra mayores de 5000, por lo que los experimentos llevados a cabo fueron muy limitados y no permiten generalizar.

De todo lo anterior se concluye que el MIC es una métrica perfectamente válida para nuestro caso de estudio, ya que su poder estadístico fue constatado por sus propios autores para tamaños de muestra de 250, 500 y 1000 datos, y nuestra muestra cuenta con 242 entradas. Si el tamaño de nuestra muestra fuera menor, quizá sí hubiera sido necesario acudir a los otros estadísticos HHG y dCor, pero no es el caso.

Podemos por tanto afirmar que no existe ningún tipo de relación entre las variables del test ERP y las del test PAP que nos permita predecir los resultados de un test a partir de los del otro, no pudiéndose materializar nuestro objetivo inicial de reducir el tiempo de análisis de corrosión sobre las soldaduras por resistencia por puntos.

La única relación encontrada tiene lugar entre las variables I_r y Q_r del test EPR. Para tratar de definir más claramente de qué tipo de relación se trata hemos utilizado los estadísticos pertenecientes al MINE (*Maximal Information-based Nonparametric Exploration*). Concretamente, hemos calculado la Puntuación de Máxima Asimetría (*Maximum Asymmetry Score* –MAS-), el Valor Límite Máximo (*Maximum Edge Value* –MEV-) y el Mínimo Número de Celdas (Minimum Cell Value –MCV-).

La Puntuación de Máxima Asimetría (MAS) mide la desviación de la relación con respecto a una función monótona. Se define como:

$$MAS(D) = \max_{xy<B} \left| M(D)_{x,y} - M(D)_{y,x} \right| \quad (5)$$

Y su valor nunca es mayor que el del MIC. Para la relación entre I_r y Q_r el valor del MAS obtenido es: 0.0687, lo cual indica que nos hallamos ante una relación monótona, pues la desviación frente a la monotonía es muy pequeña.

El Valor Límite Máximo (MEV) evalúa hasta qué punto el conjunto de datos bajo consideración parece ser una muestra de una función continua. La intuición tras el MEV es que si un conjunto de puntos pasa el "test de la línea vertical", en el sentido de que para la distribución subyacente supuesta cada línea vertical contiene sólo un punto, entonces dicha muestra de puntos tiene una cuadrícula próxima a la óptima que presenta solo 2 filas. Dicha intuición aplica también si realizamos un "test de la línea horizontal" y la cuadrícula próxima a la óptima posee sólo 2 columnas. La definición del MEV es la siguiente:

$$MEV(D) = \max_{xy<B}\{M(D)_{x,y} : x = 2 \; or \; y = 2\} \quad (6)$$

Al igual que el MIC y el MAS, MEV toma valores entre 0 y 1, siendo su valor próximo a 1 cuando los datos se ajustan bien a una función. A su vez, tal y como ocurría con el MAS, MEV≤MIC.

El valor del MEV que hemos obtenido para la relación I_r y Q_r es 1, lo cual nos indica que los datos parecen proceder de una muestra que se ajusta perfectamente a una función.

Por último, tenemos el Mínimo Número de Celdas (MCV), el cual mide la complejidad de la relación entre las variables en términos del número de celdas requerido para alcanzar el valor del MIC. Por ejemplo, una función simple como $f(x) = x$ requiere muy pocas celdas, (cuatro de hecho) para conseguir una cuadrícula que divida bien los puntos. Sin embargo, una función más compleja como por ejemplo $sin(18\pi x)$ necesita 36 celdas.

El valor del MCN que hemos obtenido para la relación I_r y Q_r es 4.585, lo cual indica que nos encontramos ante una función sencilla y muy próxima a ser una relación lineal, (ya que como sabemos la función lineal $f(x) = x$ requiere únicamente 4 celdas), y nuestra relación concreta 4.585.

Dado que todo apuntaba a una relación lineal, se realizó una regresión lineal simple sobre I_r y Q_r, con objeto de poder evaluar cómo de bien se ajusta un modelo lineal a los puntos. El coeficiente de correlación de Pearson que se obtuvo fue 0.9454, lo cual confirmó nuestra intuición de que la relación entre I_r y Q_r es lineal.

4. CONCLUSIONES

1. A pesar de toda la controversia existente en torno a la métrica MIC, ésta es perfectamente aplicable con finalidad exploratoria a conjuntos de datos con un tamaño superior a 250 entradas. Para tamaños de muestra inferiores esta métrica ve reducido su poder estadístico, siendo más apropiados los estadísticos dCor y HHG para evaluar las relaciones entre variables en esos casos.
2. El MIC no es perfecto en términos de equidad, pero hasta que se encuentre una métrica con equidad perfecta, es adecuado emplear el MIC con propósitos exploratorios, pues por un lado nos ayudará a identificar posibles relaciones entre variables, y por otro lado, su uso conducirá a una mayor y mejor comprensión del concepto de equidad, la cual sin duda es necesaria para poder llegar a formular el estadístico ideal con equidad perfecta.
3. Los resultados no sugieren relación entre las variables de los test EPR y PAP. La única relación encontrada en nuestro análisis exploratorio en base al MIC es una fuerte relación entre las variables Ir y Qr del test EPR.

AGRADECIMIENTOS

Los autores queremos agradecer a Luis Rodrigo Izquierdo por sus valiosos comentarios y discusiones. También queremos agradecer el apoyo recibido del Ministerio de Ciencia e Innovación del Reino de España a través del proyecto CSD2010-00034 (SIMULPAST).

REFERENCIAS

[1] S.M. Hamidinejad, F. Kolahan, a. H. Kokabi, The modeling and process analysis of resistance spot welding on galvanized steel sheets used in car body manufacturing, Mater. Des. 34 (2012) 759–767. doi:10.1016/j.matdes.2011.06.064.

[2] F. Chen, G.Q. Tong, Z. Ma, X. Yue, The effects of welding parameters on the small scale resistance spot weldability of Ti-1Al-1Mn thin foils, Mater. Des. 102 (2016) 174–185. doi:10.1016/j.matdes.2016.04.001.

[3] Ó. Martín, M. Pereda, J.I. Santos, J.M. Galán, Assessment of resistance spot welding quality based on ultrasonic testing and tree-based techniques, J. Mater. Process. Technol. 214 (2014) 2478–2487. doi:10.1016/j.jmatprotec.2014.05.021.

[4] M. Pereda, J.I. Santos, Ó. Martín, J.M. Galán, Direct quality prediction in resistance spot welding process: Sensitivity, specificity and predictive accuracy comparative analysis, Sci. Technol. Weld. Join. 20 (2015) 679–685. doi:10.1179/1362171815Y.0000000052.

[5] D. Özyürek, An effect of weld current and weld atmosphere on the resistance spot weldability of 304L austenitic stainless steel, Mater. Des. 29 (2008) 597–603. doi:10.1016/j.matdes.2007.03.008.

[6] C.T. Kwok, S.L. Fong, F.T. Cheng, H.C. Man, Pitting and galvanic corrosion behavior of laser-welded stainless steels, J. Mater. Process. Technol. 176 (2006) 168–178. doi:10.1016/j.jmatprotec.2006.03.128.

[7] D.J. Lee, K.H. Jung, J.H. Sung, Y.H. Kim, K.H. Lee, J.U. Park, Y.T. Shin, H.W. Lee, Pitting corrosion behavior on crack property in AISI 304L weld metals with varying Cr/Ni equivalent ratio, Mater. Des. 30 (2009) 3269–3273. doi:10.1016/j.matdes.2009.01.023.

[8] C. Garcia, F. Martin, P. de Tiedra, Y. Blanco, M. Lopez, Pitting corrosion of welded joints of austenitic stainless steels studied by using an electrochemical minicell, Corros. Sci. 50 (2008) 1184–1194. doi:10.1016/j.corsci.2007.11.028.

[9] Ó. Martín, P. De Tiedra, M. López, Artificial neural networks for pitting potential prediction of resistance spot welding joints of AISI 304 austenitic stainless steel, Corros. Sci. 52 (2010) 2397–2402. doi:10.1016/j.corsci.2010.03.013.

[10] G. Bai, S. Lu, D. Li, Y. Li, Intergranular corrosion behavior associated with delta-ferrite transformation of Ti-modified Super304H austenitic stainless steel, Corros. Sci. 90 (2015) 347–358. doi:10.1016/j.corsci.2014.10.031.

[11] A.F. Padilha, P.R. Rios, Decomposition of Austenite in Austenitic Stainless Steels, ISIJ Int. 42 (2002) 325–337. doi:10.2355/isijinternational.42.325.

[12] N. Srinivasan, V. Kain, N. Birbilis, K.V. Mani Krishna, S. Shekhawat, I. Samajdar, Near boundary gradient zone and sensitization control in austenitic stainless steel, Corros. Sci. 100 (2015) 544–555. doi:10.1016/j.corsci.2015.08.027.

[13] D.N. Wasnik, G.K. Dey, V. Kain, I. Samajdar, Precipitation stages in a 316L austenitic stainless steel, Scr. Mater. 49 (2003) 135–141. doi:10.1016/S1359-6462(03)00220-3.

[14] H.E. Bühler, L. Gerlach, O. Greven, W. Bleck, The electrochemical reactivation test (ERT) to detect the susceptibility to intergranular corrosion, Corros. Sci. 45 (2003) 2325–2336. doi:10.1016/S0010-938X(03)00062-3.

[15] P. De Tiedra, Ó. Martín, M. López, M. San-Juan, Use of EPR test to study the degree of sensitization in resistance spot welding joints of AISI 304 austenitic stainless steel, Corros. Sci. 53 (2011) 1563–1570. doi:10.1016/j.corsci.2011.01.036.

[16] M. Matula, L. Hyspecka, M. Svoboda, V. Vodarek, C. Dagbert, J. Galland, Z. Stonawska, L. Tuma, Intergranular corrosion of AISI 316L steel, Mater. Charact. 46 (2001) 203–210. doi:10.1016/S1044-5803(01)00125-5.

[17] A. Bose, P.K. De, An EPR study on the influence of prior cold work on the degree of sensitization of AISI 304 stainless steel, Corrosion. 43 (1987) 624–631. doi:10.5006/1.3583841.

[18] U.K. Mudali, R.K. Dayal, J.B. Gnanamoorthy, P. Rodriguez, High Nitrogen Steels. Relationship between Pitting and Intergranular Corrosion of Nitrogen-bearing Austenitic Stainless Steels., ISIJ Int. 36 (1996) 799–806. doi:10.2355/isijinternational.36.799.

[19] P. De Tiedra, Ó. Martín, M. López, Combined effect of resistance spot welding and post-welding sensitization on the degree of sensitization of AISI 304 stainless steel, Corros. Sci. 53 (2011) 2670–2675. doi:10.1016/j.corsci.2011.05.007.

[20] M. Prohaska, H. Kanduth, G. Mori, R. Grill, G. Tischler, On the substitution of conventional corrosion tests by an electrochemical potentiokinetic reactivation test, Corros. Sci. 52 (2010) 1582–1592. doi:10.1016/j.corsci.2010.01.017.

[21] V. Číhal, R. Štefec, On the development of the electrochemical potentiokinetic method, Electrochim. Acta. 46 (2001) 3867–3877. doi:10.1016/S0013-4686(01)00674-0.

[22] T.F. Wu, T.P. Cheng, W.T. Tsai, Effect of electrolyte composition on the electrochemical potentiokinetic reactivation behavior of Alloy 600, J. Nucl. Mater. 295 (2001) 233–243. doi:10.1016/S0022-3115(01)00558-X.

[23] T.F. Wu, W.T. Tsai, Effect of KSCN and its concentration on the reactivation behavior of sensitized alloy 600 in sulfuric acid solution, Corros. Sci. 45 (2003) 267–280. doi:10.1016/S0010-938X(02)00100-2.

[24] F.T. Cheng, K.H. Lo, H.C. Man, NiTi cladding on stainless steel by TIG surfacing process Part II. Corrosion behavior, Surf. Coatings Technol. 172 (2003) 316–321. doi:10.1016/S0257-8972(03)00346-3.

[25] Y.C. Lin, Y.Q. Jiang, X.C. Zhang, J. Deng, X.M. Chen, Effect of creep-aging processing on corrosion resistance of an Al-Zn-Mg-Cu alloy, Mater. Des. 61 (2014) 228–238. doi:10.1016/j.matdes.2014.04.054.

[26] M.J. Jiménez-Come, E. Muñoz, R. García, V. Matres, M.L. Martín, F. Trujillo, I. Turias, Pitting corrosion behaviour of austenitic stainless steel using artificial intelligence techniques, J. Appl. Log. 10 (2012) 291–297. doi:10.1016/j.jal.2012.07.005.

[27] M.J. Jiménez–Come, I.J. Turias, F.J. Trujillo, An automatic pitting corrosion detection approach for 316L stainless steel, Mater. Des. 56 (2014) 642–648. doi:10.1016/j.matdes.2013.11.045.

[28] S. Aslanlar, The effect of nucleus size on mechanical properties in electrical resistance spot welding of sheets used in automotive industry, Mater. Des. 27 (2006) 125–131. doi:10.1016/j.matdes.2004.09.025.

[29] ASTM G5-94 (Reapproved 1999), Standard reference test method for making potentiostatic and potentiodynamic anodic polarization measurements, 1999.

[30] P. De Tiedra, Ó. Martín, M. San-Juan, Potentiodynamic study of the influence of gamma prime and eta phases on pitting corrosion of A286 superalloy, J. Alloys Compd. 673 (2016) 231–236. doi:10.1016/j.jallcom.2016.02.261.

[31] H.B. Li, Z.H. Jiang, H. Feng, S.C. Zhang, L. Li, P.D. Han, R.D.K. Misra, J.Z. Li, Microstructure, mechanical and corrosion properties of friction stir welded high nitrogen nickel-free austenitic stainless steel, Mater. Des. 84 (2015) 291–299. doi:10.1016/j.matdes.2015.06.103.

[32] M. Atapour, H. Sarlak, M. Esmailzadeh, Pitting corrosion susceptibility of friction stir welded lean duplex stainless steel joints, Int. J. Adv. Manuf. Technol. 83 (2016) 721–728. doi:10.1007/s00170-015-7601-5.

[33] Ó. Martín, P. De Tiedra, M. San-Juan, Study of influence of gamma prime and eta phases on corrosion behaviour of A286 superalloy by using electrochemical potentiokinetic techniques, Mater. Des. 87 (2015) 266–271. doi:10.1016/j.matdes.2015.08.041.

[34] ASTM Standard G108-92, Standard Test Method for Electrochemical Reactivation (EPR) for Detecting Sensitization of AISI Type 304 and 304L Stainless Steels, 1993.

[35] D. Reshef, Y. Reshef, H. Finucane, S. Grossman, G. Mcvean, P. Turnbaugh, E. Lander, M. Mitzenmacher, P. Sabeti, Detecting Novel Associations in Large Data Sets, Sci. Transl. Med. 334 (2011) 1518–1524. doi:10.1126/science.1205438.

[36] T.M. Cover, J.A. Thomas, Elements of Information Theory, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA, 2005. doi:10.1002/047174882X.

[37] J.B. Kinney, G.S. Atwal, Equitability, mutual information, and the maximal information coefficient, Proc. Natl. Acad. Sci. 111 (2014) 3354–3359. doi:10.1073/pnas.1309933111.

[38] N. Simon, R. Tibshirani, Comment on "Detecting Novel Associations in Large Data Sets" By Reshef Et Al, Science Dec 16, 2011, Cornell Univ. Libr. (2011) 1–3. doi:10.1126/science.1205438.

[39] G.J. Székely, M.L. Rizzo, N.K. Bakirov, Measuring and testing dependence by correlation of distances, Ann. Stat. 35 (2007) 2769–2794. doi:10.1214/009053607000000505.

[40] M. Gorfine, R. Heller, Y. Heller, Comment on "Detecting Novel Associations in Large Data Sets," Science (80-.). (2015) 1–6.

[41] D.N. Reshef, Y.A. Reshef, M. Mitzenmacher, P.C. Sabeti, Cleaning up the record on the maximal information coefficient and equitability., Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 111 (2014) E3362-3. doi:10.1073/pnas.1408920111.

COMPORTAMIENTO DE LAS ESCORIAS DE ACERIA EN MORTEROS DE CAL

J. García-Cuadrado [1], V. Calderón [1], A. Rodríguez [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. Calle Villadiego s/n, 09001, Burgos, España

RESUMEN

Con la evolución cada vez mayor de la industria y la tecnología, es evidente que la actividad humana está causando un impacto negativo en todo el Planeta, produciendo contaminación y gran deterioro de la naturaleza. Actualmente y desde los últimos años, la mentalidad del ser humano está cambiando y el respeto por el medio ambiente es un valor social que cada vez más se protege, al ser sinónimo de "calidad de vida". Para minimizar el impacto de los residuos resulta necesario el disponer de procesos cíclicos, en los que los desechos de una actividad constituyen, la materia prima de entrada de otra. El sector de la construcción, por ser aun en día un sector bastante artesanal a pesar de los grandes avances, es una de las industrias que menos hincapié hace en estos procedimientos.

En el presente trabajo se pretende estudiar cómo afecta la adicción de áridos siderúrgicos, escorias blancas y negras, en sustitución parcial o total del árido, en morteros con cal, ya sea en combinación con cemento o utilizando tan solo cal. Para ello, se han realizado los ensayos requeridos para caracterizar los morteros, utilizando tanto un proceso experimental como analítico, mediante el diseño de experimentos basado en superficies de respuesta (RSM). 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, morteros de cal, escoria blanca, escoria negra, residuo siderúrgico, diseño de experimentos.

1. INTRODUCCION

Este trabajo de investigación quiere servir como referencia para concienciar a la sociedad sobre el uso racional de los recursos naturales y para buscar alternativas de uso a los subproductos generados en la industria, evitando así el deterioro ambiental.

Las escorias siderúrgicas son un subproducto obtenido en el proceso industrial de producción de acero, hierro u otras aleaciones, por lo que tienen un carácter residual en el proceso, no siendo intencionada su obtención. Al no tener una aplicación clara y definida a una escala comparable a la de su generación, produce que el problema global adquiera una magnitud importante, por ello en nuestro entorno, se llevan a

cabo estudios que contribuyen a encontrar campos de aplicación para la reutilización de estos materiales.

La definición inicial de sostenibilidad, 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.

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. Todos estos ámbitos abarcan aspectos medioambientales, normativos, sociales y económicos. Además, tal y como afirman algunos autores [1], se requiere de un enfoque que aglutine dichos ámbitos, como ya se presenta en la propia EHE (Anejo 13). [2]

Dentro de la sostenibilidad global, la evolución de la sostenibilidad en la construcción tiene un papel imprescindible, ya que la construcción ejerce una interacción muy importante sobre el entorno. Además, debido a la diversidad de las construcciones (puentes, viviendas, presas, oficinas, planta industrial, etc.), hace que, desde el punto de vista de la evaluación de la sostenibilidad, aparezca una mayor complejidad.

1.1. Antecedentes

La Tesis Doctoral que se resume en este artículo, es una continuación a una serie de trabajos de investigación realizados en esta misma línea. La Dra. Luciana Amaral de Lima comenzaba con estas investigaciones en 1999 en su Tesis "Hormigones con escorias de horno eléctrico de arco como áridos: propiedades, durabilidad y comportamiento ambiental". [3] y por el Dr. Juan Manuel Manso Villalaín, en su Tesis Doctoral "Fabricación de hormigones hidráulicos con escoria negra de Horno Eléctrico de Arco" [4] en 2001.

Posteriormente se produjeron avances en la investigación por la Dra, Milagros Losañez González y el Dr. Ángel Rodríguez Saiz es sus respectivas Tesis Doctorales "Aprovechamiento integral de escorias blancas y negras de acería eléctrica en construcción y obra civil" [5] en 2005 y "Fabricación de morteros de albañilería con escoria blanca de horno cuchara y su utilización en construcción" [6] en 2008, respectivamente.

Los trabajos mas recientes, en los años 2011 y 2015, que continuan con los estudios se realizan por parte de la Dra. Vanesa Ortega López con "Aprovechamiento de escorias blancas (LFS) y negras (EAFS) de acería eléctrica en la estabilización de suelos y en capas de firmes de caminos rurales" [7] y Dra. Isabel Santamaria Vicario con "Fabricación de morteroes de albañileria con escoria negra de horno electrico de arco EAF y escoria Blanca de horno de cuchara LF" [8].

Las conclusiones aportadas por todos ellos concluyen que las residuos siderurgicos, tanto la escoria negra como la escria blanca, pueden sur utilizados en la estabilización de suelos y como arido grueso y fino en la confección de hormigones estructurales y morteros para albañileria entre otros.

1.2. Objetivos

Este trabajo pretende aportar soluciones para gestionar las reutilización y reciclaje de las escorias blancas de Horno Cuchara y de la escoria negra de Horno

Eléctrico de Arco, y propone aplicaciones útiles y viables desde un punto de vista técnico, económico, energético, medioambiental y logístico. La investigación desarrolla mezclas de morteros de construcción utilizado en el sentado de fábricas y en revestimientos continuos de paramentos.

La parte novedosa de este trabajo en la incorporación de un conglomerante como es la cal, actualmente en desuso en la construcción pero que fue utilizado profusamente en épocas pasadas, junto con las escorias blancas y negras, forman morteros tecnológicamente factibles y con propiedades equivalentes a las de los morteros tradicionales.

Estudiar la viabilidad y conseguir un producto que cumpla con las exigencias normativas de carácter técnico, utilizando escorias de acería en sustitución de los áridos tradicionales

Desde el punto de vista económico se pretende encontrar un producto que suponga una innovación tecnológica, al utilizar un residuo industrial que no se aprovecha y que origina un importante impacto ambiental en las zonas próximas a los centros de producción de acero.

Realizar un estudio que viabilidad comercial que permita introducir en el mercado de los materiales para la construcción el uso de este nuevo material utilizado como mortero de restauración en obras de rehabilitación de edificios antiguos y como revestimiento en paramentos, tanto interiores como expuestos a la agresividad del ambiente externo.

2. MATERIALES UTILIZADOS

2.1. Conglomerantes

2.1.1. Cemento

Se utilizó un cemento Portland con una densidad de 3150 kg/m^3 de tipo CEM I 42,5 R, según la norma EN 197-1 [9].

2.1.2. Cal aérea

Una cal utilizada en los morteros es una Cal Cálcica Aérea CL-90-S, en forma de Hidróxido de Calcio, especificada en la norma EN 459-1, con una densidad real de 2190kg/m^3.

2.1.3. Cal hidráulica

La cal hidráulica utilizada es una Cal Hidráulica Natural NHL5, especificada en la norma EN 459-1 y una densidad de 2660 kg/m^3.

2.2. Áridos

2.2.1. Agregados naturales

Arena silícea de un lecho sedimentario denominada “arena silícea redondeada 0/2 mm” con una densidad real de 2600kg/m^3.

2.2.2. Agregados de fabricación de acero

La carga mineral utilizada como árido está formada por escoria blanca (LF) obtenida como subproducto en la fase de afino de los caldos siderúrgicos procedentes de un Horno Cuchara y escoria negra (EAF) obtenida como subproducto en el Horno

Eléctrico de Arco o en los Convertidores de Oxígeno, se utilizaron como sustituto de la arena silícea.

- Escoria de horno de arco eléctrico (Escoria negra). La escoria se clasificó por tamaños, utilizando sólo fragmentos menores de 4 mm. La densidad real de las partículas fue 3645 kg/m^3.
- Escorias de horno de hornillo (LF) obtenidas del proceso de refinado de acero en el EAF. Antes de su uso, estas escorias se sometieron a estabilización durante la intemperie, mediante humedecimiento periódico y posterior secado. La densidad real de la escoria blanca fue de 2860 kg/m^3.

Figura 1. Áridos empleados. Árido natural con filler calizo (izquierda), escoria blanca (centro) y escoria negra (derecha).

Las escorias se han caracterizado para conocer sus características físicas, químicas y mineralógicas utilizando técnicas de Análisis Termogravimétrico y Térmico Diferencial, Difracción de Rayos-X, Microscopía Electrónica de Barrido y Microanálisis por Energía Dispersa de Rayos-X. De igual forma, se ha estudiado su potencial hidráulico para conocer su capacidad conglomerante en las mezclas y su desarrollo en el tiempo.

3. DESARROYO DE LA TESIS DOCTORAL

3.1. Investigación del estado del arte

En primer lugar se hizo un estudio del Estado del Arte, seleccionando en las bases de datos las publicaciones científicas relacionadas con la temática objeto de estudio.

Se estudiaron y analizaron las conclusiones a la que llegan los anteriores investigadores sobre la utilización de las escorias de acería y se plantearon futuros objetivos que aportases innovación en la investigación y solucionases problemas factibles en el sector de la construcción.

Se estableció un programa de trabajo seleccionaron las herramientas y programas necesarios para el diseño de los experimentos, de acuerdo con los objetivos de la investigación. La programación y temporización de las actividades se hizo con una visión flexible y realista, con el objetivo de poder realizar todos los ensayos en un tiempo razonable, de acuerdo con la edad de las mezclas prescrita en las normas para la realización de caracterización.

3.2. Fases de experimentación:

3.2.1. Fase 1: Fase experimental previa:

La primera fase de la investigación se planteó la utilización de establecer los Métodos de Superficie de Respuesta en estudio del comportamiento mecánico de los

morteros para construcción y a la posibilidad de poder desarrollar un trabajo experimental y metodológico apropiado a la naturaleza de estos materiales.

La metodología de estudio mediante Superficies de Respuesta permite que para una combinación cualquiera de los parámetros de diseño o variables del proceso, obteniendo los resultados característicos del ensayo. De esta forma, se puede obtener una superficie característica para cada uno de los resultados anteriores.

La fase de experimentación previa tiene su fundamento en los estudios realizados en el Trabajo Final del Master de Durabilidad e Integridad de materiales componentes y estructuras, que lleva por título "*Análisis de las propiedades a fractura de morteros bastardos fabricados con residuos siderúrgicos para su uso en construcción*". [10] En este trabajo se enfocan los primeros estudios a la determinación del comportamiento de los morteros diseñados a la Tenacidad a la Fractura y la Resistencia a Compresión.

Se realizó un primer estudio del comportamiento de los morteros diseñados en función de las cantidades de cal y cemento dosificadas en las mezclas, una vez concluido el proceso de fraguado y endurecido. Se caracterizaron tanto los morteros fabricados con áridos naturales (NA) como con escoria blanca (LF) y escoria negra (AEF).

Se establece un programa de trabajo para conseguir las dosificaciones idóneas, considerando como criterio de diseño de los morteros disponer de una consistencia plástica con un asiento en la mesa de sacudidas de 175±10 mm. de acuerdo con lo establecido en la Norma Europea UNE-EN 1015-2. [11]

La antigua Norma Básica NBE FL-90 Muros de Resistentes de Fábrica de Ladrillo [12], indica que para obtener un mortero M-40a (Kg/cm2), actualmente M-5a (N/mm2), la dosificación orientativa es 1/6, por lo que se adopta esta relación de componentes en la Tesis para la dosificación de los morteros objeto de estudio.

Tabla 1. Relaciones en peso de morteros para construcción.

Morteros de cemento							
Relación de cemento/árido en peso							
Albañilería			1/3	1/4	1/6	1/7	
Mampostería				1/4	1/6	1/7	
Revestimiento	1/1	1/2	1/3	1/4	1/6		1/8

Se establece una metodología de trabajo orientada al estudio de dieciocho dosificaciones, mediante la combinación de conglomerantes y áridos de distinta naturaleza y en diferentes proporciones.

En primer lugar, se estudian los morteros fabricados con un solo tipo de árido, arena, escoria blanca y escoria negra, por separado. Posteriormente, se mezclan los áridos para comprobar el efecto que produce la sustitución parcial de la arena natural por escoria blanca y escoria negra, así como la sustitución total de la arena por una mezcla de escoria blanca y negra.

Como conglomerantes se utilizan mezclas de cal y cemento con una participación de (75% cal y 25% cemento), (50% cal y 50% cemento) y (25% cal y 75%

cemento). Estas tres dosificaciones se dosifican con un 100% arena natural, 100% escoria blanca y 100% escoria negra.

De igual modo, se realizan las tres dosificaciones mezclando la arena natural, la escoria blanca y la escoria negra con proporciones del (50% árido natural y 50% escoria blanca), (50% escoria blanca y 50% escoria negra) y (50% escoria negra y 50% árido natural).

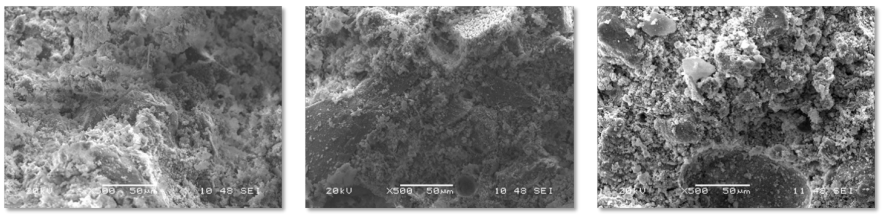


Figura 2. Imagen con el microscopio de barrido electrónico de la dosificación con 100% arena (Izquierda), con 50% escoria blanca y 50% arena (centro) y con 100% escoria blanca (Derecha).

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.

Los resultados obtenidos en esta fase previa de experimentación permiten afirmar que la utilización de la escoria de acería en la fabricación de morteros, sustituyendo a los áridos silícicos naturales es una buena opción, ya que las mezclas obtenidas cumplen con los requerimientos técnicos exigidos para ser utilizadas como morteros de albañilería.

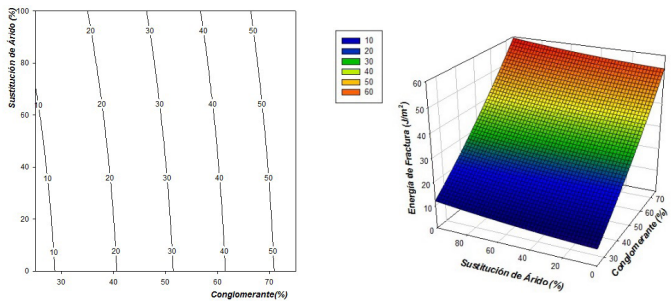


Figura 3. Ejemplo de superficie de Respuesta para la respuesta de la Energía de Fractura para los morteros que combinan árido natural con escoria negra.

En efecto, los morteros fabricados con escoria negra presentan mejores comportamientos mecánicos que los preparados con escoria blanca o con arena natural, incluso cuando se dosifican con grandes cantidades de cal.

Por otra parte, los morteros en los que la arena natural se sustituye parcialmente por escoria negra, escoria blanca o la combinación de ambas, las resistencias

mecánicas obtenidas registran valores intermedios si les comparamos con los de los morteros fabricados con un solo árido.

3.2.2. Fase 2: Caracterización de morteros bastardos con áridos siderúrgicos:

Aunque los morteros bastardos fabricados con áridos siderúrgicos muestran un buen comportamiento mecánico a flexión y compresión, es preciso conocer más propiedades de las mezclas tanto, en estado fresco como endurecido, con el fin de determinar si cumplen con las prescripciones técnicas establecidas por la normativa vigente para ser utilizados como morteros en construcción.

La gran cantidad de dosificaciones estudiadas obligarían a realizar un número ingente de ensayos, por lo que, a partir de los resultados obtenidos en la fase experimental previa, se seleccionan las dosificaciones realizadas con un solo tipo de árido, eliminando las que combinan dos tipos (arena-escoria blanca, arena-escoria negra o escoria blanca-escoria negra), por lo que el estudio se reduce a la caracterización de nueve dosificaciones.

Al mismo tiempo, para obtener información relativa a la dosificación de los conglomerantes utilizados (cal y cemento), se estudian también las mezclas realizadas con un 100% de cal y un 100% de cemento, por lo que serán quince las dosificaciones caracterizadas en esta fase de estudio. La incorporación de estas dosificaciones no solo nos proporcionara los datos obtenidos para ellas, si no que nos dará información sobre lo que ocurriría en las dosificaciones comprendidas en las mezclas que quedaban fuera del estudio anterior, las sustituciones progresivas de cal por cemento desde el 0% al 25% y del 75% al 100%.

Una vez caracterizados los morteros, los resultados muestran que las mezclas dosificadas con escoria negra presentan mejores comportamientos que las que contienen escoria blanca o arena silícica natural. Por otra parte, las mezclas con grandes cantidades de cal en su dosificación muestran resistencia mecánicas inferiores.

Las mezclas con escoria blanca presentan propiedades inferiores, cuando la inclusión de cantidades de cemento es elevada, produciendo morteros con menores resistencias mecánicas, siendo estas insuficientes para poder utilizarse como morteros de albañilería.

3.2.3. Fase 3: Caracterización de morteros de cal con áridos siderúrgicos:

Como tercera fase de la investigación y con el fin de mejorar las dosificaciones procederemos a estudiar el comportamiento de los morteros de cal fabricados con áridos siderúrgicos con cantidades de cal mayores. Debido a que el en estudio anterior se concluye que las mezclas diseñadas con tan solo cal como conglomerante con una dosificación 1/6, no alcanzan los requerimientos pedidos para que los morteros puedan ser utilizados.

En el proceso experimental se han utilizado dos tipos de cales: una cal aérea (CL-90 S), para comprobar la compatibilidad de la cal pura con los áridos siderúrgicos, y cal hidráulica (HL-50) con la que se pretende observar la mejora de las propiedades respecto de los morteros fabricados con cal aérea y con las de los morteros bastardos.

No existen estudios precedentes de morteros diseñados con cal como conglomerante y escorias siderúrgicas como árido, por lo que tampoco existen referencias bibliográficas en esta materia para fundamentar la investigación desarrollada. Por lo

que esta fase de la investigación es la que más innovación presenta a la globalidad del estudio.

Por todo ello, para el diseño de los morteros utilizados en los ensayos se proponen las siguientes relaciones de componentes cal/árido:

Tabla 2. Nuevas relaciones cal/árido estudiadas.

Relación cal/árido		
Cal/árido	% Cal	% Árido
1/4	20	80
1/1,5	40	60
1/0,66	60	40

Finalizado el estudio del comportamiento de la cal cuando se mezcla con áridos siderúrgicos, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

En primer lugar se pude observar que lo morteros fabricados con cal hidráulica presentan comportamientos similares a los de los morteros bastardos, ya que este tipo de cal dispone de componentes hidráulicos semejantes a los del cemento.

En segundo lugar, se observa la excelente compatibilidad de la cal con la escoria negra, ya que las mezclas dosificadas con ambos materiales mejoran sus características según se incrementa la cantidad de cal añadida. Sin embargo, en el caso de la escoria blanca ocurre lo contrario, que aunque se observaba un mejor comportamiento para mezclas con más cal que cemento, se concluye que esto será así siempre que la cantidad de cal, no sea demasiado elevada, puesto que se observa que según va aumentando la cantidad de cal (sin combinación con el cemento) las resistencias mecánicas van disminuyendo.

3.2.4. Fase 4: Mejora y elección de las dosificaciones estudiadas:

Tras el exhaustivo estudio realizado a los morteros de cal y a los morteros bastardos, se seleccionaron las dosificaciones que por sus características necesitaban ser mejoradas con algún tipo de aditivo, descartando aquellas que presentaban inicialmente buenas propiedades, o las que, de entrada, no cumplían las prescripciones de la norma ni los objetivos del estudio.

De este modo, se estudian las ocho dosificaciones incorporando a las mezclas los aditivos MasterRheobuild 2100 y MarterSeal 600, con el fin de intentar mejorar tanto las resistencias mecánicas como la adherencia de los morteros, para su utilización en fábricas de ladrillos o revestimientos.

Para la selección de las cuatro dosificaciones finales utilizadas en el proceso experimental se han tenido en cuenta las mejoras que aporta la inclusión del aditivo a las mezclas, tanto en lo referido a las resistencias mecánicas como a su adherencia.

En este punto de la investigación y con los morteros caracterizados, es cuando se puede ver la utilidad que se le puede dar al producto que estamos buscando. Por un lado se utilizada la escoria blanca, que proporciona menores resistencias pero mejor adherencia que la escoria negra para morteros de revestimientos. Mientras que se utilizaran morteros con escoria negra para fábrica de ladrillos. La selección final será:

Para la fabricación de los morteros de revestimiento, se han seleccionado dos mezclas dosificadas con escoria blanca, una de ellas utilizando un 40% de cal hidráulica junto a un 60% de escoria, y la otra con una relación de componentes 1/6 en la que se mezcla cal aérea (25%) y cemento portland (75%). En ambos casos se incorpora el aditivo MasterRheobuild 2100 de BASF para mejorar la adherencia de los morteros al soporte.

En el caso de los morteros para fábricas de ladrillo se ha utilizado como árido en las mezclas escoria negra. Como en el caso de los morteros de revestimiento, se han seleccionado dos dosificaciones en las que se mantienen como conglomerantes la cal hidráulica (40%) y se incorpora aditivo MasterSeal 600. Además se reincorpora al estudio la mezcla con relación componentes 1/6, dosificada con un conglomerante compuesto por cal aérea (25%) y cemento (75%).

Figura 4. Puesta en obra de los morteros.

Una vez determinado los cuatro morteros, y con el fin de obtener más información que la puramente obtenida a nivel de laboratorio se ha realizado la puesta en obra, además se someterá a estas cuatro mezclas definitivas a los ensayos de envejecimiento acelerado con el fin de observar su comportamiento a los agentes atmosféricos externos, y se las someterá a procedimientos químicos para la mejora de su durabilidad.

3.3. Fase Final de la investigación:

Tras finalizar la fase analítica y obtenido todos los datos de caracterización, se realizará un estudio económico de los morteros elaborados con áridos siderúrgicos, planteando para ello varias opciones de distancias al centro de producción de escorias.

Además se hará una pequeña descripción de algunos datos que pueden llevar al estudio de la viabilidad comercial de estos morteros en diferentes formas de comercialización.

Finalmente se llevara a cabo un análisis y recopilación de todas las conclusiones obtenidas en la investigación y se propondrán estudios futuros para continuar con el trabajo realizado y que no han podido abordarse en el transcurso de la presente Tesis Doctoral.

4. CONCLUSIONES

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.

Los trabajos de investigación desarrollados han permitido obtener morteros fabricados con cal y escorias blancas LFS y negras EAFS.

Se puede decir, que la utilización de escoria de acería en sustitución de áridos silícicos y en combinación de cal como conglomerante permite obtener morteros de albañilería para construcción con propiedades mecánicas equivalentes a la de los morteros tradicionales.

Los morteros creados requieren la utilización de fuertes aditivos que mejores sus características.

Es necesario un mayor estudio pormenorizado de su comportamiento frente a los agentes agresivos externos y la necesidad de comprobar su puesta en obra. Por ello se están realizando los oportunos ensayos de durabilidad tanto en ambiente de laboratorio mediante ensayos tipificados como en muestras de albañilería en ambientes exteriores. Si los resultados obtenidos de estos ensayos son favorables se podrá concluir que: Por su compatibilidad con sistemas constructivos tradicionales, los morteros diseñados permiten su utilización en trabajos de rehabilitación y restauración, así como en la reparación de paramentos degradados.

Los morteros de albañilería obtenidos, proporcionan una alternativa con mayor viabilidad medioambiental, ya que la cal es un conglomerante que precisa menor cantidad de energía necesaria para su fabricación en comparación al cemento, lo cual puede suponer también una ventaja competitiva frente a otros conglomerantes. También, resulta interesante contemplar la idea de que, en el caso de la cal aérea, parte del CO_2 liberado en el proceso de obtención de dicha cal se fija de nuevo durante la carbonatación del hidróxido cálcico una vez puesta en obra, lo que puede considerarse, por analogía, como un comportamiento similar al de las emisiones de la madera o la biomasa.

Y por último, si el estudio económico y comercial resulta positivo concluiremos que la fabricación de morteros de albañilería con escorias blancas y negras de acería supone una alternativa competitiva desde un punto de vista comercial frente a los morteros tradicionales utilizados en construcción.

REFERENCIAS

[1] San-Jose Lombera, Cuadrado Rojo (2010): Industrial building design stage based on a system approach to their environmental sustainability. Construction and Building Materials.

[2] EHE (2011): *Instrucción al hormigón estructural*. Ministerio de Fomento.

[3] de Lima, L. A., & Ramonich, E. V. (1999). Hormigones con escorias de horno eléctrico como áridos: Propiedades, durabilidad y comportamiento ambiental.

[4] Manso, J. M. (2001). Fabricación de hormigón hidráulico con escoria negra de Horno Eléctrico de Arco. Universidad de Burgos, Spain.

[5] González, M. L. (2005). Aprovechamiento integral de escorias blancas y negras de acería eléctrica en construcción y obra civil: tesis doctoral.

[6] Rodríguez Sáiz, A. (2008). "Fabricación de morteros de albañilería con escoria blanca de horno cuchara y su utilización en construcción" Tesis doctoral, Universidad de Burgos.

[7] Ortega López, V. (2011). "Aprovechamiento de escorias blancas (LFS) y negras (EAFS) de acería eléctrica en la estabilización de suelos y en capas de firmes de caminos rurales", Universidad de Burgos.

[8] Santamaría. I. (2015) "Fabricación de morteros de albañilería con escoria negra de horno eléctrico de arco EAF y escoria Blanca de horno de cuchara LF" tesis doctoral, Universidad de Burgos.

[9] García-Cuadrado, J. (2014). Anális de las propiedades a fractura de morteros bastardos fabricados con residuos siderúrgicos para su uso en construcción, Universidad de Burgos.

[10] AENOR (2000). "UNE-EN 1015-2 Métodos de ensayo de morteros para albañilería. Parte 2: Toma de muestra total de morteros y preparación de morteros para ensayo" Madrid, Aenor.

[11] Norma, N. (1991). "FL-90." Muros resistentes de fábrica de ladrillo: 206-207.

QUINTA SESIÓN

David González Peña

Prueba experimental de prototipo de panel solar híbrido

Jaime Ortún Palacios

Multiscale design of supermaterials frontier for high performance engineering

Claudia Pecoraro

Understanding advanced materials from the atomic point of view

Marta Marty Roda

Study of bubble length size and distribution in double-stranded DNA

Raúl Briones Llorente

Aproximación a la simulación energética de una galería acristalada realizada con TRNSYS para su definición con la herramienta unificada LIDER-CALENER

PRUEBA EXPERIMENTAL DE PROTOTIPO DE PANEL SOLAR HÍBRIDO

David González Peña[1], Cristina Alonso Tristán[1], Montserrat Díez Mediavilla[1].
[1]*Grupo de investigación SWIFT. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Burgos. Avda. Cantabria s/n. 09006 Burgos. davidgp@ubu.es – 947-25 8853*

RESUMEN

Uno de los mayores recursos energéticos disponibles sobre la superficie de la tierra es la energía solar [1]. Esta energía se caracteriza por ser inagotable y limpia. El estado de la técnica actual nos permite transformar la radiación solar en calor o en electricidad

La transformación de la energía solar en electricidad mediante paneles fotovoltaicos tiene un rendimiento bajo, en torno a un 15%. La mayor parte de la energía es transformada en calor que se acumula en el panel y es finalmente disipado al ambiente. Además, la energía acumulada en el panel influye negativamente en el rendimiento del mismo, disminuyendo en gran medida la electricidad generada. En los últimos años se ha sugerido el aprovechamiento de este calor residual mediante el desarrollo de una nueva tecnología denominada hibridación térmico-fotovoltaica [2]. El acoplamiento de un colector térmico al panel fotovoltaico permite generar en el mismo módulo energía térmica y eléctrica mejorando adicionalmente el rendimiento de la transformación solar a eléctrica. Esta tecnología no solo ha demostrado ser eficiente [3], sino que también conlleva un considerable ahorro de espacio y estructura de sujeción.

En este trabajo se muestran los resultados de las pruebas de funcionamiento de un panel híbrido realizadas a lo largo de una campaña de medida de 12 meses de duración. Se han registrado los datos meteorológicos que influyen en el funcionamiento del dispositivo (radiación solar, temperatura ambiental y dirección y velocidad de viento), los datos de entrada y salida del fluido térmico y la energía eléctrica producida. Se ha calculado el rendimiento térmico y eléctrico del panel y el rendimiento energético global del sistema. Los resultados obtenidos en esta campaña muestran que el sistema permite obtener una potencia pico de 550 W de calor a una temperatura máxima de 44ºC e incrementar el rendimiento eléctrico del panel hasta un 16% gracias al control de la temperatura de la celda. El rendimiento energético global del sistema está estimado en un 70%, al combinarse el aprovechamiento de ambas formas de energía.

Palabras clave: Solar híbrida, Energía solar, PV/T.

1. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de alternativas energéticas a los combustibles fósiles como recurso energético, ha centrado buena parte de los esfuerzos de muchos investigadores ya que es necesario disminuir la excesiva dependencia energética que la sociedad actual tiene sobre los recursos energéticos derivados del petróleo.

Han sido numerosas las políticas, tanto a nivel internacional [4, 5] como nacional [6], que plantean la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, así como el uso de tecnologías más eficientes que logren, reducir, por un lado la energía utilizada y, por otro las emisiones contaminantes causantes, entre otros problemas, del cambio climático. Es por ello que las energías renovables están tomado un papel cada vez más protagonista, ya que además de ser un recurso inagotable, son tecnologías libres de emisiones durante su funcionamiento.

La variedad de tecnologías renovables es amplia y cada vez se desarrollan nuevos sistemas capaces de aprovechar los recursos energéticos de una forma más eficiente y económicamente rentable. El presente trabajo se centra en la tecnología solar híbrida. Este sistema consiste en el aprovechamiento de la energía solar transformándola en dos recursos energéticos energía térmica a baja temperatura y energía eléctrica.

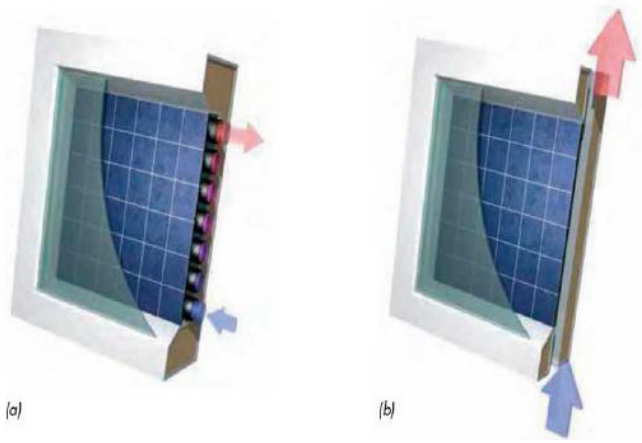


Figura 1. Esquema de paneles PV/T

Uno de los problemas en la generación de energía eléctrica a partir de paneles PV, es la disminución del rendimiento de estos con la temperatura. Se hace necesario establecer algún procedimiento que consiga disminuir la temperatura de las células para optimizar la eficiencia de los paneles. Surge la tecnología de los paneles híbridos [7, 8], son paneles PV con un fluido en la parte posterior que además de mejorar el rendimiento eléctrico es capaz de proporcionar energía térmica. Esta tecnología pese a ser relativamente reciente, ha demostrado ser eficiente y funcional. Cuenta con numerosas ventajas, entre las que cabe destacar el ahorro de espacio, incremento de la eficiencia del panel, así como la versatilidad de fluidos calo-portadores utilizables (agua, aire, líquidos refrigerantes, nanofluidos, etc..,).

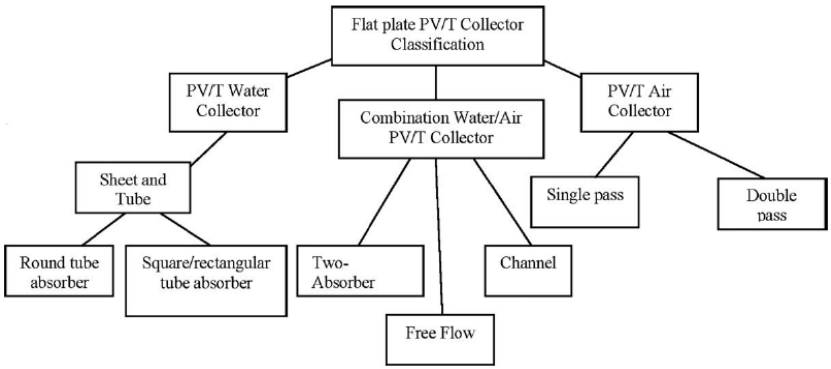


Figura 2. Clasificación de paneles solares PV/T con geometría plana. [9]

El grupo de investigación SWIFT, ha desarrollado varios prototipos de paneles solares híbridos (PV/T), uno de ellos está actualmente en la instalación experimental. En este trabajo se presenta los resultados obtenidos en una campaña de medidas efectuadas a lo largo de un año junto con las modificaciones planteadas en la carga para la mejora del funcionamiento del mismo.

2. INSTALACIÓN

El grupo de Investigación SWIFT de la Universidad de Burgos cuenta con una instalación diseñada y construida para el ensayo de prototipos de paneles PV/T que permite realizar pruebas con diferentes condiciones de funcionamiento independientemente de las condiciones meteorológicas [10]. Esta instalación cuenta con dos paneles PV exactamente iguales, a uno de ellos se le ha añadido un colector térmico con agua, en adelante PV/T, de esta forma se podrá comparar el rendimiento eléctrico de los paneles y cuantificar la mejora al conseguir disminuir la temperatura con el fluido. Se dispone de una enfriadora que permite modificar la temperatura del fluido para poder trabajar en condiciones diferentes a las ambientales. En la figura 3, se muestra la instalación con todos sus componentes

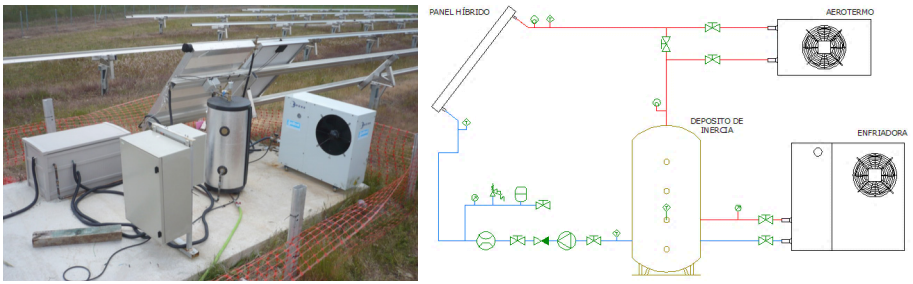


Figura 3. Instalación para ensayo de PV/T (dcha.). Esquema hidráulico de la instalación (izq.).[10]

Cada uno de los paneles, PV y PVT está conectado a una batería, un regulador y una carga (foco luminoso), de esta forma el panel trabaja continuamente cargando

la batería y cuando no hay radiación el regulador se encarga de encender el foco con el objeto de descargar la batería. Para poder cuantificar la cantidad de energía eléctrica que genera cada uno de los paneles, se han dispuesto diferentes sensores que registran los valores de tensión y corriente a la salida de cada panel. El panel PVT además dispone del circuito hidráulico necesario cuyo esquema se muestra en la figura 3. En este caso también se han dispuesto diferentes sensores que permiten obtener los valores de temperatura a la entrada y salida del panel y en el interior del mismo, lo que proporciona la temperatura de trabajo de las células fotovoltaicas.

Una de las principales características de la instalación diseñada es la posibilidad de modificar algunos de los parámetros de funcionamiento:

- Caudal de fluido circulante.
- Temperatura del fluido de entrada.
- Acumulación de calor.
- Trabajo por debajo de temperatura ambiente.

Durante el funcionamiento del sistema se registran valores medios cada 10 minutos proporcionando una resolución suficiente si se compara con la variación de los parámetros registrados. La instalación lleva en funcionamiento más de un año.

3. DATOS REGISTRADOS

A lo largo del año 2016 la instalación ha estado en funcionamiento de forma ininterrumpida monitorizando el funcionamiento tanto del panel PV/T como del panel PV. El sistema de registro toma valores cada 30 segundos para después calcular la media en intervalos de 10 y 60 minutos, cuyos valores se almacenan.

Para el presente trabajo se han utilizado los registros horarios debido al gran volumen de daos registrados. Ya que los paneles PV/T son capaces de transformar la energía solar tanto en energía térmica como en eléctrica, se van a analizar los resultados de forma independiente.

3.1. Producción térmica

Para poder determinar la potencia térmica generada por el panel PV/T se ha aplicado ecuación de la energía en un fluido:

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_{out} - T_{in})$$

Donde $\dot{m}$ es el flujo másico en kg/s, c_p es el calor específico del fluido para las condiciones de presión y temperatura del sistema y T_{out}, T_{in} son las temperaturas del fluido a la entrada y a la salida del panel.

Para el cálculo de la densidad y el calor específico, pese a que su variabilidad es pequeña, se ha calculado en función de la temperatura media del fluido. Los valores que se muestran en la figura 4 se corresponden con la distribución del calor generado para un día medio en los 12 meses del año

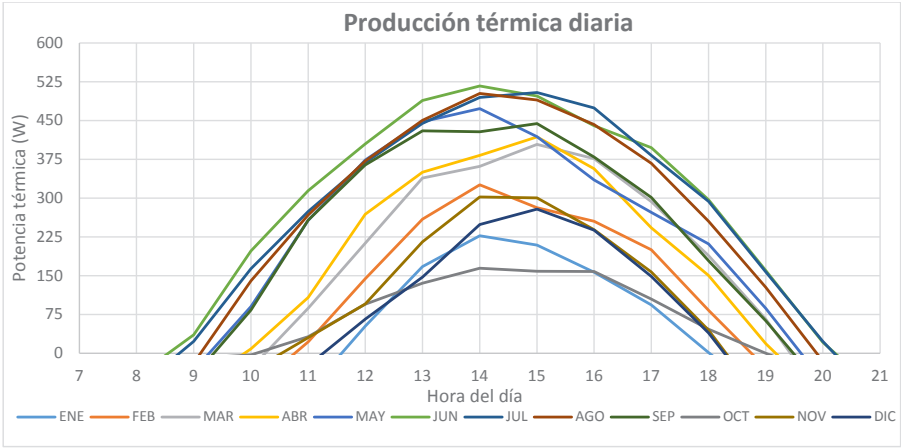


Figura 4. Gráfico del calor en W para un día medio de los 12 meses del año 2016.

Tal y como se puede apreciar en la figura 4 el calor tiene una tendencia creciente desde los meses invernales. Esto es lógico ya que la radiación recibida es menor en los meses de invierno, lo que hace que la temperatura desprendida por el panel en la transformación de energía eléctrica sea también menor. Otro aspecto que se observa en la figura 4 es la duración de la radiación solar siendo creciente hasta el mes de junio, donde se encuentran los días más largos.

Si se analizan los valores registrados podemos concluir que la potencia máxima está comprendida entre un mínimo de 155W para el mes de octubre y 520W para el mes de junio. La figura 5 representa los valores de la energía térmica generada a lo largo del año.

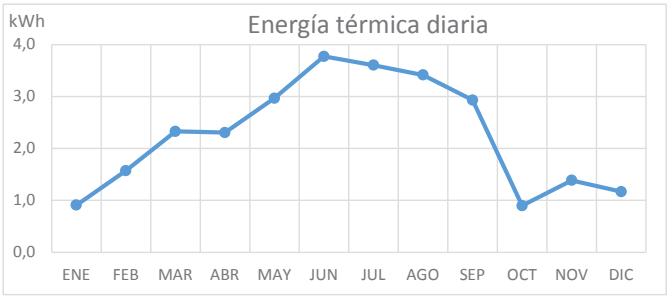


Figura 5. Gráfico de la energía térmica diaria media generada en el panel PV/T.

En el caso más desfavorable, para los días de invierno, se puede esperar un aporte térmico de en torno a 1 kWh por día, mientras que, en los días de mayor radiación, días de verano, este aporte puede incrementarse hasta valores cercanos a 4 kWh. A lo largo de la campaña de medias realizada se han observado días puntuales donde esta energía térmica ha llegado a los 5 kWh. Esto representa un elevado rendimiento ya que se trata de un primer prototipo, el cual tiene varios aspectos a mejorar.

3.2. Producción eléctrica

En la Figura 6 se representan los gráficos comparativos de los diferentes meses del año para los dos módulos testados, PV/T y PV. En ella es posible observar que para la mayoría de los meses el comportamiento del panel PVT es mejor que el del panel PV. Esto se debe a la temperatura del panel hibrido se ha reducido. En el panel PV/T valores medios de hasta 125W se han obtenido, con un incremento de la partencia frente al panel PV de hasta 20W.

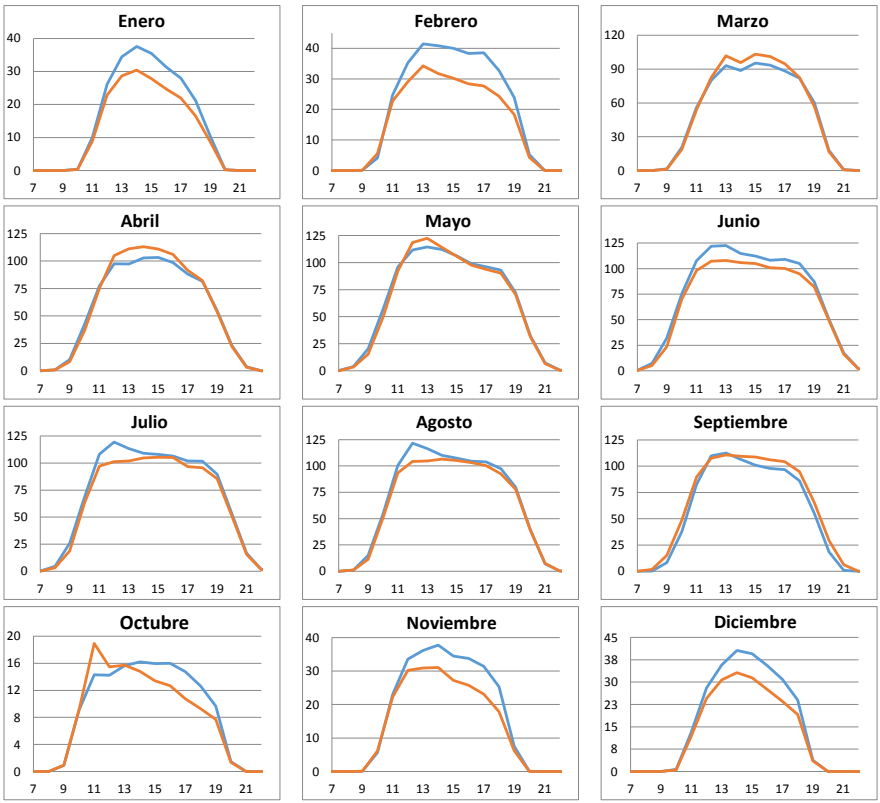


Figura 6. Gráficos producción energía eléctrica en W. Panel PV estándar (naranja) y PV/T (azul).

Cuando se calcula la energía eléctrica diaria media generada por ambos paneles se aprecia que, en los meses más fríos, la ganancia de rendimiento no es tan acusada como en el caso de los meses más calurosos. Es en estos casos es cuando la tecnología PV/T se muestra muy ventajosa, ya que se consigue una temperatura en módulo fotovoltaico menor. Valores de hasta 1,2 kWh se pueden obtener en los meses con mayor radiación solar, consiguiendo un incremento de hasta 0,1 kWh respecto de un panel PV convencional. En la figura 7 se muestra el grafico comparativo de la producción de electricidad a lo largo de un año completo.

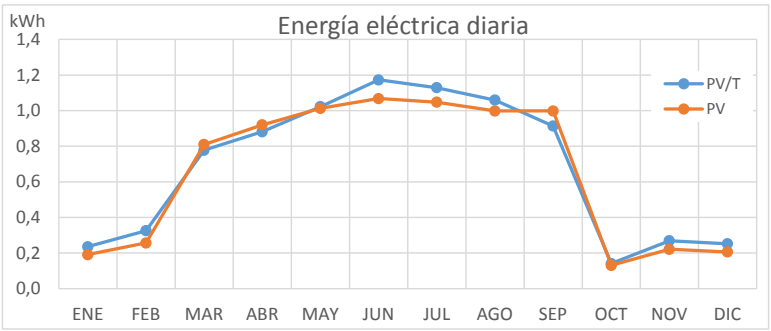


Figura 7. Gráfico comparativo de la energía eléctrica diaria media generada.

Durante el proceso de análisis de los registros se ha detectado que a partir del mediodía la corriente de los paneles decae y por tanto la potencia del panel. Esto se debe, tal y como se comenta a continuación, debido a un comportamiento anómalo del sistema planteado para la medida de la energía eléctrica. Es por ello que se plantea una mejora en dista parte de la instalación, descrita en el punto 4 de este trabajo.

4. ALTERNATIVA DE MEJORA PARA LA INSTALACIÓN PV/T.

Tal y como se ha comentado en el aparatado anterior el funcionamiento de la instalación encargada de cuantificar la energía electricidad generada no ha sido el esperado. Por ello se hace necesario plantear una mejora de la misma.

Inicialmente en la instalación de prueba de prototipos PV/T se decidió colocar un conjunto de elementos de carga del panel, una batería un regulador y un foco para el consumo de la energía generada por el panel, cuya misión era poder extraer en todo momento el máximo de energía eléctrica posible del panel. Con este fin, en la instalación, se colocaron sensores de tensión y corriente para poder monitorizar la potencia eléctrica tanto del PV/T como del panel PV estándar.

Pese a que este sistema de consumo tiene un funcionamiento correcto en pequeñas instalaciones domesticas aisladas, se ha detectado una limitación de su uso en este caso. La electrónica del regulador que gestiona la carga está diseñada para maximizar la salida de energía del panel, ya que cuenta con seguimiento del punto de máxima potencia, MPPT, pero implementa sistemas prioritarios de seguridad que previenen una degradación excesiva de la batería además cuenta con una protección que evita el sobrecalentamiento de la electrónica interna del propio regulador cuando éste se encuentra trabajando en ambientes calorosos a plena carga. Estas medidas de seguridad del regulador PV provocan que el funcionamiento de la instalación no sea continuado a máxima potencia entrando en un modo de funcionamiento a carga parcial que limita la corriente de carga de la batería. Tal como se puede apreciar en la Figura 8 la curva de corriente decae bruscamente en el momento en el que el regulador funciona a carga parcial.

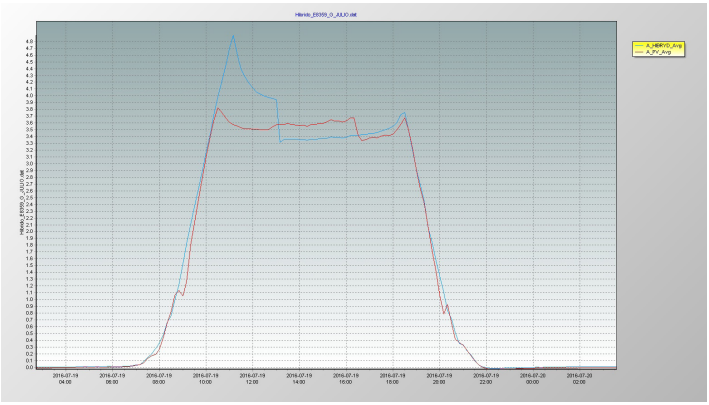


Figura 8. Gráfico de la corriente de salida a lo largo de un día tipo. Azul: PV/T, Rojo: PV.

La forma esperada de estas curvas es una campana con una zona relativamente plana en la parte superior para aquellos días completamente despejados. Sin embargo, se aprecia cómo, para el caso del panel PV/T, la curva presenta una caída progresiva que termina en un salto brusco para la corriente del panel. Este comportamiento también está presente en el caso del panel PV, pero ahora, el escalón es menos acusado debido a que la corriente del panel PV es inferior a la del PV/T. También podemos apreciar que ambos saltos se producen durante el mediodía solar, ya que se trata del momento de mejor alineación de los paneles con el sol y, por tanto, de una mayor energía incidente sobre él. Este hecho conlleva un incremento de la energía eléctrica generada por los módulos y, por consiguiente, una mayor temperatura de funcionamiento de la electrónica de los reguladores. Cabe destacar que, en el caso del PV/T, su regulador entra en modo de carga parcial antes que en el PV ya que, como es de esperar, el rendimiento es mayor y por tanto la corriente de salida también.

Para poder corregir este comportamiento anómalo en la caracterización de la generación de energía eléctrica se plantea una modificación de la instalación. Para ello se procederá a la desconexión de las instalaciones de carga aisladas que se montaron para cada uno de los paneles. En su lugar, como elemento disipador de energía, se va a colocar una resistencia fija de potencia suficiente, en torno a 300W, conectada directamente a los paneles cerrando el circuito eléctrico. Para poder cuantificar el funcionamiento del panel se colocan los mismos sensores de corriente y tensión. El nuevo esquema de conexionado se muestra en la figura 9.

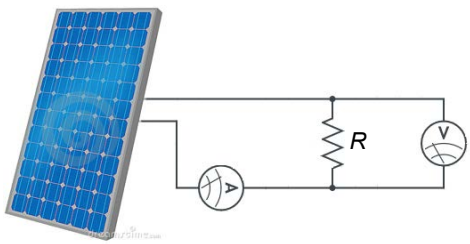


Figura 9. Esquema eléctrico de la nueva instalación para el monitoreo de la energía eléctrica generada por el prototipo PV/T.

A diferencia de la instalación anterior, no es posible conocer de forma directa la máxima potencia generada por el panel, sino que, en este caso, será necesario calcularla mediante un procedimiento indirecto aplicando una serie de modelos matemáticos que permiten conocer la ecuación de la curva característica I-V del panel para las condiciones particulares de funcionamiento en cada instante registrado. En concreto, sólo será posible medir un punto de la curva I-V, que se corresponde con el punto de corte de la recta proporcionada por la ley de Ohm, la cual es prácticamente constante para el valor de la resistencia colocada, en la curva I-V:

$$V = R \cdot I$$

La mayor dificultad de este método, razón por la que inicialmente se decidió no implementar, es el hecho de que la curva I-V del panel depende de diferentes parámetros como son la temperatura de la célula y el nivel de radiación incidente sobre el panel. En la figura 10 se muestran dos gráficos donde se aprecian dichas variaciones. La recta de color negro de la figura 10 representa la ley de Ohm y los puntos de intersección, marcados en rojo, son los puntos que se van a poder medir mediante este sistema de medida.

El comportamiento de los paneles PV ha sido ampliamente estudiado y es posible encontrar en la bibliografía numerosos modelos realizados por diferentes autores [11-14].

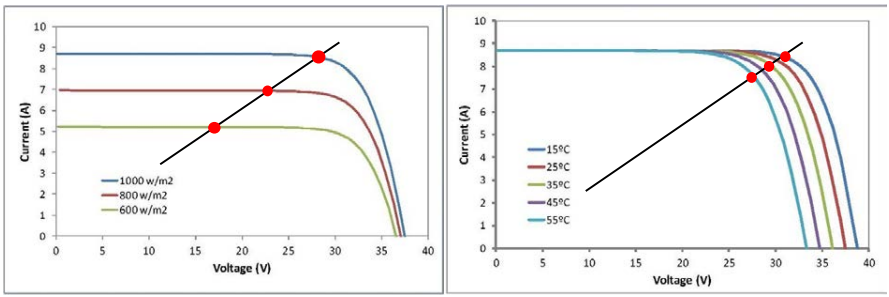


Figura 10. Curvas características de módulos PV. Dcha.: curvas a 25ºC variando la radiación solar. Izda.: diferentes curvas con 1000w/m2 variando la temperatura de la célula. La recta de color negro corresponde a la ley de Ohm.[15].

Todos estos modelos se caracterizan y clasifican por el número de parámetros a determinar para poder obtener la curva I-V, pudiendo ser de 3, 4, 5 o incluso 7 parámetros [11-14]. Todos ellos se basan en el del circuito equivalente al panel, mostrados en la figura 11.

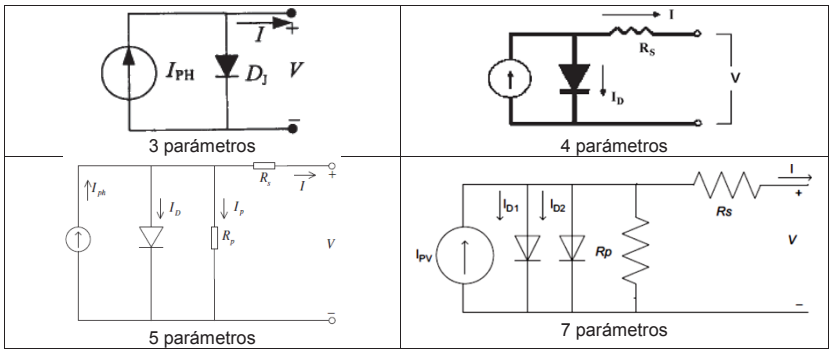


Figura 11. Diferentes circuitos equivalentes de paneles fotovoltaicos para los diferentes modelos.

De entre los numerosos modelos encontrados en la bibliografía, se ha decidido utilizar el modelo de Villalva [14] que plantea un circuito equivalente de 5 parámetros ya que presenta un buen equilibrio entre complejidad de cálculo y precisión. Todos estos modelos fueron inicialmente desarrollados como herramienta para poder predecir el comportamiento del panel para unas condiciones cualquiera de radiación y temperatura. Para ello es necesario conocer de antemano los parámetros característicos I_{sc}, I_{mp}, V_{oc} y V_{mp} dados para las condiciones STC $(1000\frac{w}{m^2}, 25°C)$, la radiación solar incidente y la temperatura del panel. A partir de esos datos es posible determinar, mediante un proceso iterativo, los valores de las resistencias serie y paralelo del circuito equivalente. La expresión general del modelo de Villalma es [14]:

$$I = I_{pv} \cdot N_{par} - I_0 \cdot N_{par} \cdot \left[exp\left(\frac{V + R_s \cdot \frac{N_{ser}}{N_{par}} \cdot I}{V_t \cdot a \cdot N_{ser}} \right) - 1 \right] - \frac{V + R_s \cdot \frac{N_{ser}}{N_{par}} \cdot I}{R_p \cdot \frac{N_{ser}}{N_{par}}}$$

donde:

I_{pv} es la corriente fotovoltaica.

I_0 es la corriente del diodo: $I_0 = \frac{I_{sc,n} + K_I \cdot \Delta T}{exp\left(\frac{V_{oc,n} + K_V \cdot \Delta T}{a \cdot V_t}\right) - 1}$

R_s , R_p son las resistencias equivalentes en serie y paralelo.

$V_t = \frac{N_{ser} \cdot K \cdot T}{q}$ es el voltaje térmico.

K es la constante de Boltzmann
q carga del electrón
T es la temperatura de la unión n-p.

a es el factor de identidad del diodo.

N_{ser} , N_{par} son el número de células en serie y paralelo.

Para poder determinar los valores de R_s , R_p es necesario realizar un proceso iterativo hasta conseguir que la potencia máxima del panel coincida con la calculada en el proceso iterativo:

$$P_{max,m} = P_{max,e} = I_{mp} \cdot V_{mp}$$

$$R_p = V_{mp} \cdot \frac{\left(V_{mp} + I_{mp} \cdot R_s\right)}{\left(V_{mp} \cdot I_{pv} - V_{mp} \cdot I_0 \cdot exp\left[\frac{q}{k \cdot T} \cdot \frac{V_{mp} + R_s \cdot I_{mp}}{a \cdot N_s}\right] + V_{mp} \cdot I_0 - P_{max,e}\right)}$$

Pese a que en el modelo planteado por Villalva se describe el planteamiento completo del sistema para los casos donde se conoce el valor de la radiación solar incidente sobre el panel y su temperatura, en el caso de la instalación de ensayo solo se dispondrá de los valores de corriente y tensión para un punto real de funcionamiento (I_i , V_i). Este hecho se traduce en que, de las 5 ecuaciones necesarias para determinar los 5 parámetros del modelo, 4 se obtienen planteando la ecuación para los puntos conocidos: (I_i , V_i), $(0 , V_{oc})$, $(I_{sc} , 0)$ y $\left(I_{mp} , V_{mp}\right)$ y, por consiguiente, únicamente será necesaria la implementación del cálculo de las resistencias en serie y paralelo.

Métodos de validación del cálculo

Un inconveniente de este método indirecto para determinar la energía eléctrica generada por los paneles es el error que se comete por no conocer, con precisión, el valor de todos los parámetros que intervienen en el modelo. Para poder ajustar estos parámetros se plantean dos controles, que por un lado pueden usarse de forma independiente o los dos a la vez.

El primero de los controles consiste en el uso de la ecuación planteada por Villalva para el cálculo de la corriente fotovoltaica. Esta ecuación no se resuelve en el planteamiento inicial ya que se conoce un punto real de funcionamiento, y por tanto nos proporciona información extra que será utilizada a forma de contraste.

$$I_{pv} = \left(I_{pv,n} + K_I \cdot \Delta T\right) \cdot \frac{G}{G_n}$$

Para poder aplicar esta ecuación es necesario disponer de la radiación solar global que incide sobre el panel, en la propia instalación, se dispone de medidas de radiación global en el plano horizontal. Para conocer la radiación sobre el panel se empleará un modelo matemático que permite determinar el valor de la radiación solar para cualquier inclinación y orientación [16]:

$$I_{o\beta\gamma} = I_{sc} \cdot E_0 \cdot [(\sin\phi \cdot \cos\beta - \cos\phi \cdot \sin\beta \cdot \cos\gamma) \cdot \sin\delta + (\cos\phi \cdot \cos\beta + \sin\phi \cdot \sin\beta \cdot \cos\gamma) \cdot \cos\delta \cdot \cos\omega_i + \cos\delta \cdot \sin\beta \cdot \sin\gamma \cdot \sin\omega_i]$$

donde:

β: es el ángulo de inclinación
γ es la orientación
$I_{sc} = 1367 \frac{\mathrm{w}}{\mathrm{m}^2}$
E_0 es la excentricidad
ϕ es la latitud en grados sexagesimales
δ es la declinación solar
ω_i es el ángulo horario.

El segundo método para la comprobación de los valores consiste en la utilización de un dispositivo trazador de curvas. En el grupo de investigación SWIFT se dispone del modelo SOLAR I-V300W del fabricante HT que se utilizará en medidas puntuales. Este dispositivo permite generar, de forma directa, la curva del panel para las condiciones de funcionamiento y, además, calcula la curva STC del panel. Estos valores se pueden comparar con los resultados obtenidos mediante el modelo de Villalva y comprobar el error cometido. Al tratarse este último del método más preciso, será el que se utilice para el ajuste de los parámetros y constantes del modelo.

5. CONCLUSIONES

Se han presentado los resultados de un año de medidas donde se ha comparado el funcionamiento real de módulos PV/T y PV. Durante ese periodo se han obtenido valores de hasta 520W de energía térmica y 125 W de energía eléctrica, presentando un aumento en la producción eléctrica para los meses de mayor radiación de hasta 20 W respecto de un panel PV convencional.

Se ha comprobado que el panel PV/T tiene un mayor rendimiento para todo el año, salvo en los meses de marzo, abril, setiembre y octubre. En estos meses el rendimiento es similar ya que, para esos meses, la radiación es elevada mientras que la temperatura ambiente es baja y por tanto la refrigeración del panel PV es mayor.

Se ha detectado un comportamiento anómalo de la instalación de medidas de energía eléctrica y se ha propuesto una alternativa de medida. Ésta consiste en el cálculo de forma indirecta, aplicando modelos matemáticos del comportamiento del panel PV, la potencia máxima del panel para cada momento. Para la calibración de los modelos a implementar se tomarán registros puntuales mediante el uso de un equipo trazador la curvas I-V del panel.

Pese a disponer de un año completo de medidas, es necesario completar la campaña con varios años que permita atenuar el efecto de meses con climatología no típica, como ha sido el caso del mes de octubre.

REFERENCIAS

[1] Ministerio de industria, e.y.t., Libro de la energía en España. 2015.

[2] 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.

[3] Charalambous, P.G., et al., Photovoltaic thermal (PV/T) collectors: A review. Applied Thermal Engineering, 2007. 27(2–3): p. 275-286.

[4] COM(2008)0019, Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the promotion of the use of energy from renewable sources.

[5] Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.

[6] Ministerio de Industria, E.y.T., Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER) 2011-2020.

[7] Chow, T.T., A review on photovoltaic/thermal hybrid solar technology. Applied Energy, 2010. 87(2): p. 365-379.

[8] 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.

[9] Ibrahim, A., et al., Performance of photovoltaic thermal collector (PVT) with different absorbers design. WSEAS Transactions on Environment and Development, 2009. 5(3): p. 321-330.

[10] D-González.Peña, C-Alonso.Tristán, and M-Díez.Mediavilla1, ENSAYO DE PANELES SOLARES HÍBRIDOS MEDIANTE INSTALACIÓN EXPERIMENTAL (PVT). II JORNADAS DE DOCTORANDOS DE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS, 2015. 2: p. 231-241.

[11] Chenni, R., et al., A detailed modeling method for photovoltaic cells. Energy, 2007. 32(9): p. 1724-1730.

[12] Chowdhury, S., et al. Modelling, simulation and performance analysis of a PV array in an embedded environment. in 42nd International Universities Power Engineering Conference, UPEC 2007. 2007. Brighton.

[13] Tan, Y.T., D.S. Kirschen, and N. Jenkins, A model of PV generation suitable for stability analysis. IEEE Transactions on Energy Conversion, 2004. 19(4): p. 748-755.

[14] Villalva, M.G., J.R. Gazoli, and E.R. Filho, Comprehensive approach to modeling and simulation of photovoltaic arrays. IEEE Transactions on Power Electronics, 2009. 24(5): p. 1198-1208.

[15] Ingemecánica. Available from: http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html.

[16] Iqbal, M., An Introduction to Solar Radiation. ACADEMIC PRESS. 1983.

MULTISCALE DESIGN OF SUPERMATERIALS FRONTIER FOR HIGH PERFORMANCE ENGINEERING

Jaime Ortún-Palacios[1,2], Sarah Fadda[3,4], Violeta Yeguas[1,2], Roberto Serrano-López[1,2], Antonio Mario Locci[4], Francesco Delogu[4], Nicolás A. Cordero[1,5,6], Santiago Cuesta-López[1,2]

[1]*International Research Centre in Critical Raw Materials-ICCRAM, University of Burgos, Plaza Misael Bañuelos s/n, 09001 Burgos, Spain*

[2]*Advanced Materials, Nuclear Technology and Applied Bio/Nanotechnology. Consolidated Research Unit UIC-154. Castilla y León. Spain. University of Burgos. Hospital del Rey s/n, 09001 Burgos, Spain*

[3]*Centre for Process Systems Engineering, Department of Chemical Engineering, Imperial College London, London SW7 2AZ, U.K.*

[4]*Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Chimica e dei Materiali, Università degli Studi di Cagliari, Via Marengo 2, 09123 Cagliari, Italy*

[5]*University of Burgos, Physics Department, Burgos, Spain*

[6]*Carlos I Institute for Theoretical & Computational Physics. University of Granada, Spain*

ABSTRACT

Currently, some of the most important limitations for the optimal design of nanostructured materials with tailored properties are the lack of tools for predictive modelling on the damage suffered and their mechanical behaviour. Note that being able to predict final properties by multiscale modelling is an anticipated design capacity that saves costs and allows designing optimal solutions in an efficient manner what at level of production line and innovation has indisputable advantages. Therefore, the design of metal matrix composites (MMCs) and nanoscale metallic multilayer composites (NMMCs) is a particularly attractive strategy for the development of a new generation of multifunctional materials with a tremendous number of industrial possibilities.

Keywords: nanoscale metallic multilayer composites, metal matrix composites, graphene, density functional theory, molecular dynamics, kinetic Monte Carlo, rate theory, finite element method.

1. INTRODUCTION

A particular challenge in materials science is the design and synthesis of materials that meet and possess the properties we want for a particular application. In recent years, materials that exhibit high hardness and strength have attracted the interest of many fields and, in particular, the complex and highly demanding engineering (aeronautics, aerospace, nuclear...). Many current initiatives clearly point to metal

MMCs or NMMCs as new materials systems with self-healing ability and, therefore, showing a superior resistance to extreme phenomena such as structural damage (radiation, corrosion...) or having improved mechanical properties that can operate at high temperatures and pressures [1,2]. On the other hand, the outstanding mechanical properties of graphene are well known. Although carbon-based materials usually provide excellent thermal properties, they have so far been discarded as an isolated solution in most of mechanical engineering applications. These materials are the base on multiple components in advanced systems in response to demanding work conditions as expected for example on the walls of reaction chambers in nuclear fusion [3] or shielding of space satellites [4].

2. OBJECTIVES AND METHODOLOGY

In particular, NMMCs have generated considerable scientific interest in recent years due to their exceptional mechanical properties result of the interaction between the faces of the nanolayers and which are very different respect to traditional bulk composites ones. This leads to new types of deformation mechanisms that differ from those observed in common bulk systems [5]. Through careful selection and optimization of materials arranged in layers, it is possible to achieve very interesting properties such as improvements in hardness, resistance to wear and oxidation under stress. Moreover, the combination of graphene with metals resulting in MMCs is being proposed as an excellent solution to generate high durability materials, combining excellent mechanical properties and thermal conductivity [6]. For instance, there is a clear absence of models to accurately predict the effect of different layer or embedded graphene sheet thicknesses on the mechanical response of NMMCs or mechanical and thermal properties of MMCs respectively so appropriate strategies for properties optimization must be established.

The present project attempts to fill this gap by developing a framework of predictive multiscale modelling to optimize the design of nanostructured materials exhibiting improved resistance to damage and exceptional mechanical properties for application in advanced engineering systems as space satellites, aerospace and automotive components and understand the self-healing phenomena at all scales.

Our tool combines density functional theory to characterize the interface structure at electronic level; Molecular Dynamics and Dynamics of Dislocations, to study the interaction at the atomic and continuous level (mesoscopic) of structural defects and their subsequent evolution. Finally, the integration in engineering applies the above by finite element modelling of test prototypes (see Fig. 1).

This methodology is able to cover and predict phenomena occurring in a material, in a range of time varying from picoseconds to years. Likewise, the covered length scale allows observing atomic behaviours and nanometric phenomena besides determining macroscopic physical properties. The most important thing is that each technique relies on the one defined in the lower scale, and in turn each step must be validated experimentally.

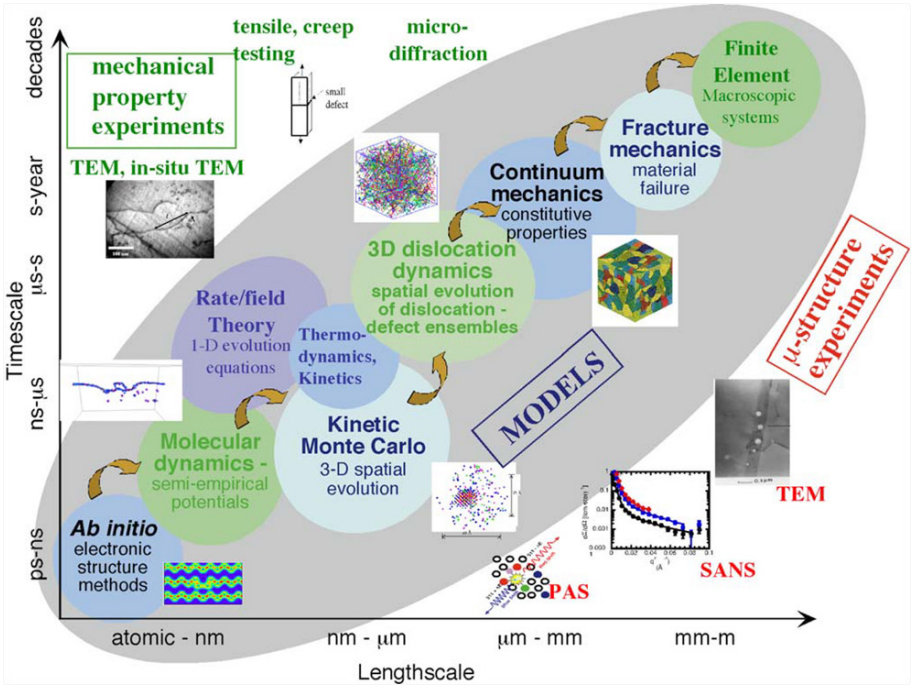


Figura 1. Scheme of multiscale materials design by a computational and experimental approach [7].

3. ACKNOWLEDGMENTS

This work has been supported by the European Social Fund, Operational Programme of Castilla y León, and Junta de Castilla y León, through the Ministry of Education.

REFERENCES

[1] E. Ma, Alloys created between immiscible elements, Progress in Materials Science 50 (2005) 413-509.

[2] B. Zhu, R.J. Asaro, P. Krysl, K. Zhang, J.R. Weertman, Effects of grain size distribution on the mechanical response of nanocrystalline metals: Part II, Acta Materialia 54 (2006) 3307-3320.

[3] S.L. Dudarev, J.-L. Boutard, R. Lässer, M.J. Caturla, P.M. Derlet, M. Fivel, C.-C. Fu, M.Y. Lavrentiev, L. Malerba, M. Mrovec, D. Nguyen-Manh, K. Nordlund, M. Perlado, R. Schäublin, H. Van Swygenhoven, D. Terentyev, J. Wallenius, D. Weygand, F. Willaime, The EU programme for modeling radiation effects in fusion reactor materials: An overview of recent advances and future goals, Journal of Nuclear Materials 386-388 (2009) 1-7.

[4] M.A. Meador, B. Files, J. Li, H. Manohara, D. Powell, E.J. Siochi, NASA Nanotechnology Road Map. Technology Area 10 (2010).

[5] A. Misra, H. Kung, Deformation Behavior of Nanostructured Metallic Multilayers, Advanced Engineering Materials 3 (4) (2001) 217-222.

[6] J. Wang, Z. Li, G. Fan, H. Pang, Z. Chen, D. Zhang, Reinforcement with graphene nanosheets in aluminum matrix composites, Scripta Materialia 66 (2012) 594-597.

[7] B.D. Wirth, G.R. Odette, J. Marian, L. Ventelon, J.A. Young-Vandersall, L.A. Zepeda-Ruiz, Multiscale modeling of radiation damage in Fe-based alloys in the fusion environment, Journal of Nuclear Materials 329–333 (2004) 103–111.

UNDERSTANDING ADVANCED MATERIALS FROM THE ATOMIC POINT OF VIEW

Claudia Pecoraro[1], Santiago Cuesta-López*[1,2]

[1] *International Research Centre in Critical Raw Materials-ICCRAM, University of Burgos, Plaza Misael Banuelos s/n, 09001 Burgos, Spain*

[2] *Advanced Materials, Nuclear Technology and Applied Nanotechnology. Consolidated Research Unit UIC-154. Castilla y Leon. Spain. University of Burgos. Hospital del Rey s/n, 09001 Burgos, Spain.*

**scuesta@ubu.es*

ABSTRACT

The general topic of this study is the computational analysis of materials with remarkable physical and mechanical properties (such as resistance to heat, wear and stress) that make them very suitable for most of the technological and industrial applications, for instance, those ones that involve extreme conditions. The study will be performed using a "multi-scale modelling" approach. This approach is based on computations and experiments at different time and length scales, these ones may concern atoms, macromolecules, up to the material itself, while time scales can assume a very wide range, starting from pico-, nano- and micro- seconds for computation of electronic and dynamical properties, up to years for studying the whole production chain, including mechanical properties experiments. In this study, only the first steps of the multi-scale modelling are performed, that are, *ab-initio* calculations for prediction of electronic structures and molecular dynamics simulations for the study of the dynamical behaviour of bigger systems, i.e., their evolution with time.

We present first results of our study. We are setting up a methodology to study materials of interest for aerospace and inertial nuclear fusion, under the stress conditions of nanoimpacts. This study is performed with Molecular Dynamics simulations and aims to compare the response of some refractory metals by means of studying their behaviour after the impact with high-energy debris: production of defects such as interstitial and vacancies in the microstructure of the materials, evolution of dislocations with time, volume of the voids created and amount of particles ejected from the surface, evolution of the average kinetic energy of the material, are going to be studied. The general idea of this work is to compare vary refractory metals as shield in materials for extreme conditions applications and to proceed by adding a grain-boundary interface in the structure to study the behaviour of the grain-boundary towards "damage healing".

SECTION 1: MOLECULAR DYNAMICS STUDY OF THE NANO-IMPACT OF HIGH ENERGY DEBRIS UPON MATERIALS FOR EXTREME CONDITIONS APPLICATIONS.

1. INTRODUCTION

Refractory metals and their alloys are widely used in the main industrial applications that involve extreme conditions, such as nuclear industry and aerospace engineering, due to their high resistance to heat and wear. Such metals can be found as components of nuclear reactors and spacecraft; these materials are subjected to a continuous flux of radiations and high-energy particles, that cause changes in their inner structure. In fact, the high-energy impact on their surface generates a considerable number of defects: the kinetic energy of the impacting particle transfers, in part, to the atoms of the material and then propagates into it, producing a displacement cascade characterized by the formation of defects in the microstructure. The production of defects can reach a dramatic amount, thus affecting the macroscopic properties of the material. In this way, long-term exposition to high-energy environments can lead to a change in the mechanical properties of the material, to deterioration and worsening of their performances and to a shortening of their lifetimes. Damage productions and displacements cascade occur rapidly and are impossible to study directly. In this context, Molecular Dynamics is a very good tool since it works in short timescales (from tenths of femtoseconds up to nanoseconds) and provides a deeper understanding of the microscopic changes that occur in the materials, allowing to study the amount of defects' production and to predict the behaviour consequent to expositions to high-energy particles. In this way, it is possible to properly model the structures, to obtain materials with improved lifetimes and performances in damage response. The purpose of our study is to apply Molecular Dynamics to study the impact of a debris, i.e., broken pieces of material, with three different refractory metals, that are, niobium, tantalum and tungsten, to provide a comparison between their behaviour and to state which one performs better as a shield in materials used under extreme conditions. The behaviour of these metals is going to be compared with that of a non-refractory material, that is, iron.

It is known that nano-crystalline structures, which present different crystalline domains separated by grain boundaries (GBs), are more resistant towards radiation damage and have better mechanical properties. This is due to the presence of the grain boundaries, that play an important role in "damage healing", reducing the amount of interstitial and vacancies, even if the mechanism of this healing is still unclear. It is therefore interesting to insert a GB interface in the structure to compare its behaviour with that of the nanostructure without GB, and to study its role in damage healing.

2. SIMULATION METHODS

The theoretical study is carried out performing Molecular Dynamics simulations with the open source software LAMMPS[1], that allows parallel computing thus enhancing the speed of the calculations. EAM potentials are used for all the atoms investigated with ZBL corrections that allows to treat distances smaller than 0.5 Å. Parallel simulations are run on different machines, with Intel Core Processors 3.60 GHz, using Graphical Processing Units (GPUs).

The simulations are run at 0 K in a NVE ensemble using periodic boundary conditions in x and y directions while shrink boundary conditions in the z direction (the direction of the impacting debris). The size of the cell simulation is chosen to be 115x115x90 lattice units, with 2381024 particles, to avoid possible interactions of a particle with itself. Different energies of the debris are set up as parameters,

while keeping the debris size fixed to 4.0 Å: 5, 10, 15, 20 and 25 keV. For every energy value three set of simulations are going to be run, in each one debris rate has a great z- component while x- and y- rates are kept small but not equal to zero (to avoid channelling propagation) and are varied a little, but always keeping them much smaller than z- component. The timestep of simulation is varied between a value of 10^{-6} ps and $5x10^{-5}$ ps to keep the total energy always constant. Total simulation time is of 65 ps.

Simulations results are post-processed using the open source software OVITO[2], whose executable ***ovitos*** is a powerful tool to build scripts that extract properties of interest from LAMMPS output. To describe the behaviour of materials under extreme conditions in nuclear and aerospace environments we have set up a methodology to analyse the following properties:

- number of interstitial and vacancies - extracted using the Wigner-Seitz (WS) Analysis. The interstitials and vacancies are a consequence of transferring kinetic energy from impacting particles to atoms in the lattice, that can escape their equilibrium positions;
- number of atoms that don't match the crystal structure (body centered cubic, *bcc*, for every metal) - obtained performing the Common Neighbour Analysis (CNA)[3]. As well as WS Analysis, CNA can be another way to estimate the number of defects in the crystal;
- evolution of dislocation density with time - studied using the Dislocation Extraction Algorithm (DXA)[4]. Dislocation density is defined as total line length of a dislocation divided by the volume of the cell, it can estimate the amount of dislocations' production;
- volume of void created by the impact. The impact of high energy particles upon the surface of a material causes the displacement of atoms from their equilibrium positions, and so, a void can be generated close to the impacting site. The void is a marker of defect formation in a lattice and, also, can be a possible reaction site;
- number of particles ejected from the surface. It is important to estimate how many particles are ejected after the impact because they remain in the nuclear chamber or in the aerospace environment;
- evolution of the average kinetic energy of some selected particles in the surface. The high energy of the debris is dissipated through the atoms in the material, it is useful to monitor how this dissipation takes place and to study the propagation of the impact.

In all cases, the results for the bulk materials are going to be compared with those obtained in the presence of the grain-boundary interface, to study how the grain-boundary affects the production of defects and the propagation of the impact.

3. PRELIMINARY RESULTS

So far, we have analysed the nanoimpact of a high-energy debris upon niobium for 5, 10, 15 and 20 keV. The results show that the depth of damage production does not affect the structure in deep: the effects of nanoimpact mainly affect the surface of the material (Figure 1).

The dynamic of the nanoimpact can be divided into three parts: immediately after the impact, there's a first part in which defects generation takes place, consequently to the transfer of kinetic energy from the impacting particles to the atoms in the lattice. Then, it follows a relaxing part characterized by the recombination of interstitial and vacancies; finally, a steady state, without further changes in defects amount, is reached. The length of each part and the number of defects produced are related to debris energy. As expected, the higher the energy of the debris, the higher the number of defects at the end of the simulation (Figg.2 and 3).

3.1. Defects and dislocations

The number of defects generated seems to stabilize around a plateau instead of growing up linearly with impacting energy, this could be confirmed by the last set of simulations (with debris energy of 25 keV), and can endorse the promising properties of niobium as material for extreme conditions applications.

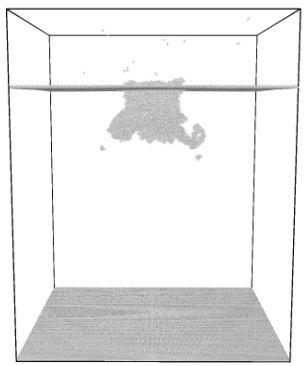


Figure 1. Defect mesh generated after the impact of a high-energy debris upon niobium surface.

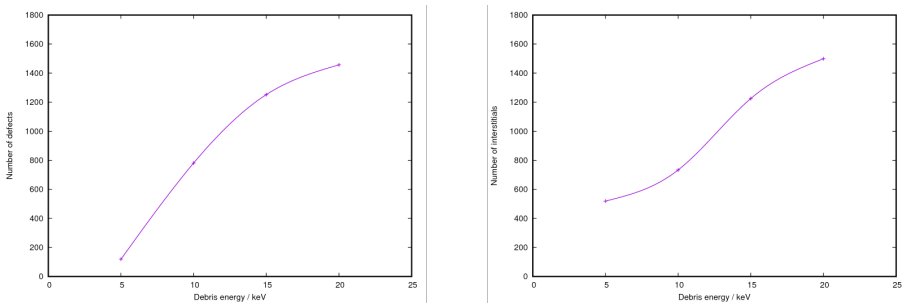


Figure 2. Total number of defects (left), as obtained by the CNA, and number of interstitials (right), computed by the WS analysis, as a function of debris energy, for niobium. In this picture the results for just one set of simulations are shown.

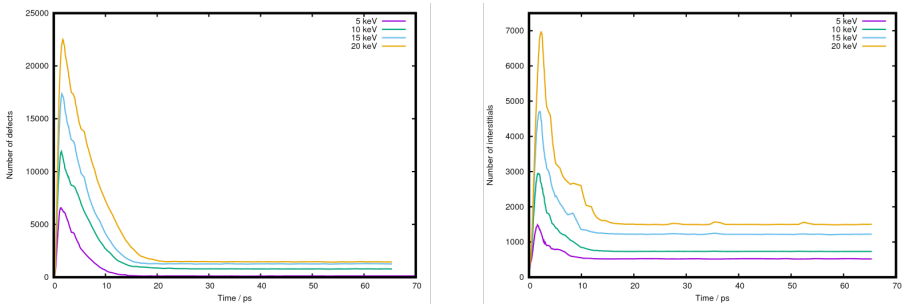


Figure 3. Total number of defects (left), as obtained by the CNA, and number of interstitials (right), computed by the WS analysis, as a function of time, for the first set of simulations on niobium.

The dislocation analysis show that dislocation density also decreases with time, anyway, its trend seems not related to debris energy (Figure 4). At the end of the simulation (65 ps), the amount of dislocations generated by the nanoimpact has lowered with respect to the first moments after the impact (for 5 keV, it has gone to 0), this trend may suggest a further decrease for longer times.

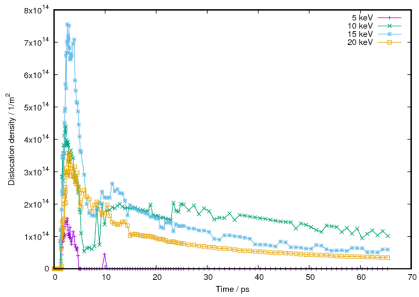


Figure 4. Dislocation density evolution with time for the first set of simulations on niobium.

3.2. Volume of void and number of particles ejected from the surface

The energy of the impacting debris affects the extent of the void generated after the nanoimpact. As is shown in Figure 5, the volume of the "hole" grows with increasing the energy of the impact. This trend is in line with the previous results. The number of particles is also related to the debris energy and is always smaller than the 0.001% of the total particles (Table 1).

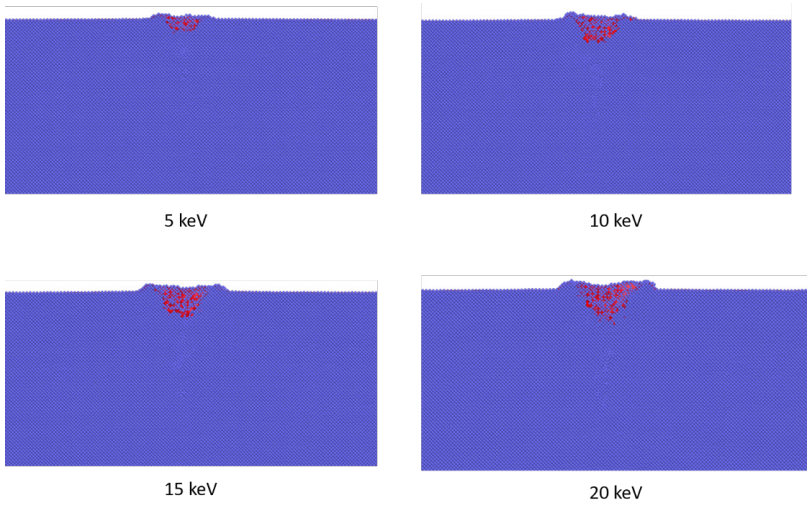


Figure 5. Void generated on a niobium material after the nanoimpact for 5, 10, 15 and 20 keV.

Table 1. Number of particles ejected from the surface of a niobium material for 5, 10, 20 and 15 keV.

5 keV	10 keV	15 keV	20 keV
3 (0.00012%)	7 (0.00029%)	10 (0.00042%)	24 (0.001%)

3.3. Evolution of average kinetic energy of some selected particles in the surface

The average kinetic energy of some of the particles belonging to the surface is monitored as a function of time or of the wave propagation direction. The dissipation of the energy is mainly a surface event (this has already been shown in Figure 1, through displaying the number of defects in the microstructure).

The trend of average kinetic energy with time for selected particles on the surface (Figure 6) - before interference between propagating waves in two or more different boxes - is shown in Figure 7. It is evident that the increasing in kinetic energy depends on debris energy. The peak of maximum kinetic energy is located, for all the cases, around 2.5 ps.

As already said, there can be some interferences with propagating waves, due to periodic boundary conditions. This is shown in Figure 8.

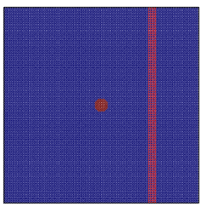


Figure 6. In red, particles selected for computing average kinetic energy.

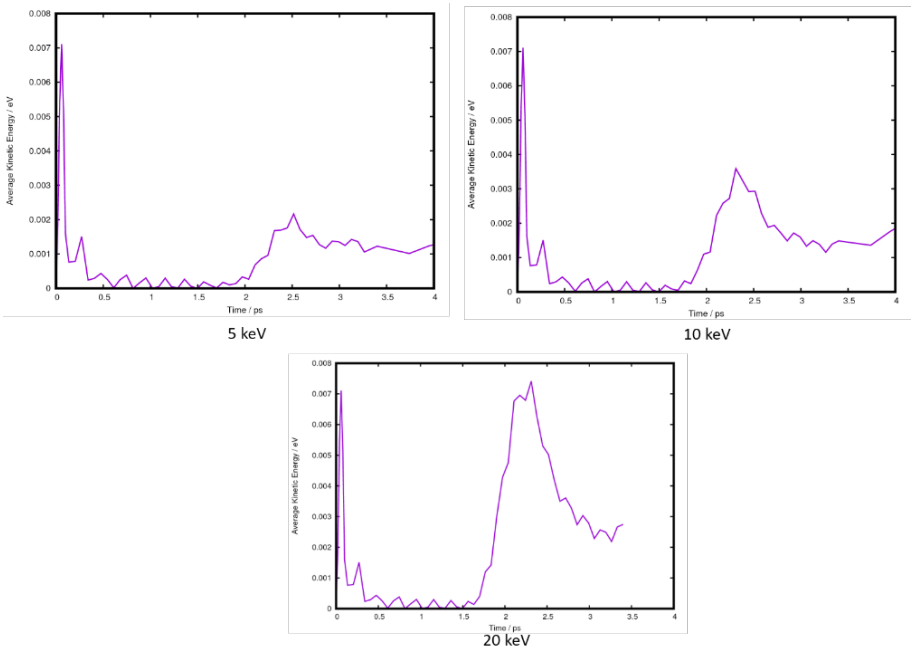


Figure 7. Average kinetic energy of some selected particles on the surface as a function of time. Results hasn't been processed yet for 15 keV.

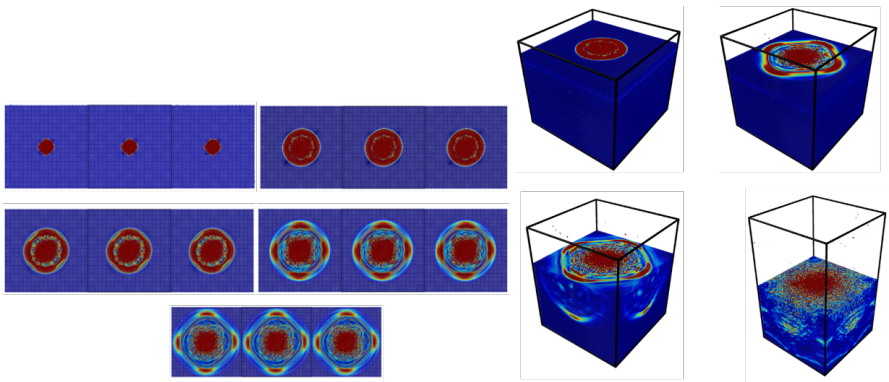


Figure 8. Kinetic energy of the system, for a debris energy of 20 keV, in the *xy* plane (left) and in 3D (right). It clearly can be seen the propagation of the impact through dissipation of kinetic energy and, also, the interference between propagating waves.

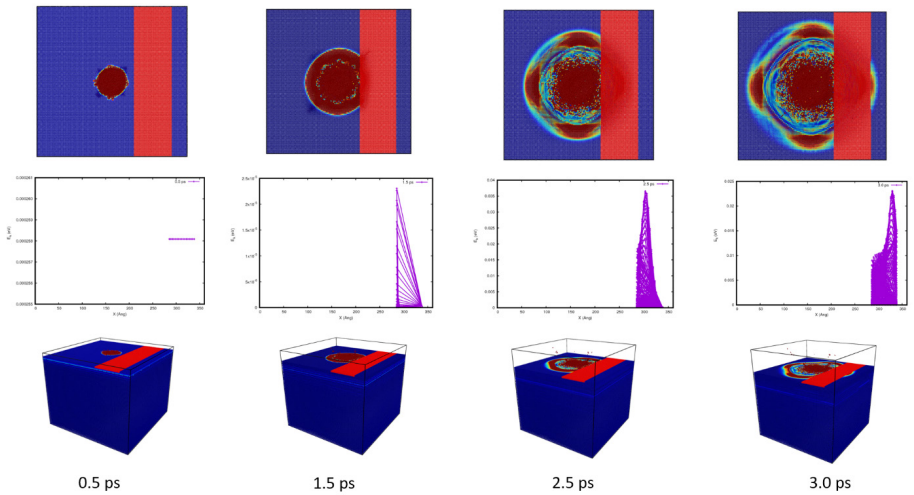


Figure 9. Kinetic energy of the system, for a debris energy of 20 keV, as a function of x direction (that is, the wave propagation direction).

In Figure 9, the kinetic energy of some selected particles in the surface is plotted as a function of the wave propagation direction (x direction). Particles with X coordinates between 245 and 340 Å and located in the surface, have been selected. The trend of their kinetic energy shows a peak whose magnitude and x position vary with different simulation times. At 1.5 ps, most of the kinetic energy transferred from the debris to the material still lies near the impact site (which is located, approximately, between 170 and 200 Å). At 2.5 ps it has already started to dissipate along the surface in the *xy* plane, at 3.5 ps it is further expanding, reaching the limit of the simulation box and starting to interact with its periodic image.

4. CONCLUSIONS

The work we are presenting is still at the beginning. Currently, we are comparing the behaviour of iron (a non-refractory metal) with that of niobium. Particularly, studying the number of defects and the evolution of dislocations, kinetic energy and void creation, will allow us to analyse the advantages of using a refractory metal in extreme conditions applications. One of the main things we expect to happen in the case of niobium, is that the trend for defects production will stabilize around a "plateau" by increasing the energy of the debris, that is, the number of defects won't grow anymore (contrary to what expected to happen in iron). We will further complete the analysis upon refractory metals by including tungsten and tantalum (to make a comparison with three potential candidates for shielding). Finally, we will add a grain boundary interface in the structure, to study its role towards damage healing.

REFERENCES

1. S. Plimpton, 'Fast Parallel Algorithms for Short-Range Molecular Dynamics', *J. Comp. Phys.*, 117, 1-19 (**1995**);

2. A. Stukowski, 'Visualization and analysis of atomistic simulation data with OVITO - the Open Visualization Tool', *Modelling Smul. Mater. Sci. Eng.*, 18, 015012, (**2010**);

3. A. Stukowski, *Modelling Simul. Mater. Sci. Eng.*, 20, 045021 (**2012**);

4. A. Stukowski, V.V. Bulatov and A. A. Arsenlis, *Modelling Simul. Mater. Sci. Eng.*, 20, 085007 (**2012**).

STUDY OF BUBBLE LENGTH SIZE AND DISTRIBUTION IN DOUBLE-STRANDED DNA

Marta Marty-Roda[1,2], Santiago Cuesta-López[1,2], Titus S. van Erp[3]

[1]*International Research Centre in Critical Raw Materials-ICCRAM, University of Burgos, Plaza Misael Banuelos s/n, 09001 Burgos, Spain*

[2]*Advanced Materials, Nuclear Technology and Applied Bio/Nanotechnology. Consolidated Research Unit UIC-154. Castilla y Leon. Spain.University of Burgos. Hospital del Rey s/n, 09001 Burgos, Spain.*

[3]*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 distribucion y el tamaño de burbujas en DNA de doble cadena. Se muestra la distribución de burbujas para secuencias con contenido de guanina-citosina (GC) variable y se obtubieron mediante simulaciones de dinámica molecular.

Palabras clave: ADN, Burbujas, Constantes de velocidad, Dinámica Biomolecular, Modelización, Simulación computacional

ABSTRACT

We applied an adaptation of the PBD model to study bubble length distribution in double-stranded DNA. The distribution of bubbles is presented for segments of varying guanine−cytosine (GC) content and was obtained with molecular dynamics simulations.

Keywords: DNA, Bubbles, Rate constants, Biomolecular Dynamics, Modelling, Computer simulation

1. INTRODUCTION

Deoxyribonucleic acid (DNA) is not the static double helix that structural pictures show. DNA is a highly dynamic molecule in which the base pairs, which carry the genetic information, fluctuate widely even at biological temperature. The knowledge of the DNA structure is not enough to sufficiently understand its biological process [1-2], it is necessary to understand how this structure affects its equilibrium properties and the dynamic of the DNA molecule [3-5].

The fluctuating thermal openings of the double helix of DNA (bubbles) are 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]. Large openings, the so-called DNA bubbles, are supposed to allow the

formation of some specific DNA structures [7]. Although, in the cell, proteins may actively help separating the strands of double-stranded DNA, recent evidence [8-9] corroborates that sequence-specific propensity to form strand separations (bubbles) at transcription initiation sites exists and promotes thermal bubble formation.In this context, the question of how frequently denaturation bubbles arise is one of the keys for understanding of this phenomenon.

Understanding the simple process of how the base pairs separate under thermal fluctuations, i.e the thermal denaturation of DNA, is also key in many biotechnology applications, included the design of molecular beacons (DNA hairpins) [10]. 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 [11].

We have applied an adaptation of the Peyrard- Bishop-Dauxois (PBD) model [12-14] to study the distribution of bubble lengths in double-stranded DNA and to corroborate the suggested increased probability for large bubbles to appear at functionally relevant sites of the gene promoter DNA segments. We use an implementation of the PBD model [15] that has been successfully previously used to predict the description of the sharp melting transition of dsDNA [16], prediction bubbles in DNA sequences [17] or persistence length and DNA flexibility [18].

Based on previous works [19], the bubble length distributions have been obtained with molecular dynamics (MD) simulations using PBD model for describing the energy of base-pair openings.

2. RESULTS AND DISCUSSION

We present the distribution of bubble lengths, for lengths ranging from single base-pair openings up to a few tens of nanometers, corresponding to openings of size several tens of base pairs. We used quite large DNA sequences (containing 1000 base pairs) and the temperature studied is well below the melting temperature (310K). We show results for bubbles of amplitude equal or greater than y_{thres} = 1.5 Å. The bubble length distributions depend on the guanine-cytosine (GC) content, i.e., the fraction of GC base pairs in the sequence. The variation of the distribution as a function of the GC content is investigated. Note that the size of a bubble is characterized by its length (width) and its amplitude. We have checked that our results are independent of the length of the sequences studied, provided they are longer than the longest observed bubble and there is no complete melting.

Figure 1 shows the bubble length distribution per base pair, *P(l)*, obtained from our molecular dynamics simulations with periodic boundary conditions. Bubble length distribution per base pair is defined as

$$\mathbf{P(l) \rightarrow P(l) = \lim_{L \rightarrow \infty} <N(l)>/L} \quad (1)$$

where *N(l)* is the averaged (during the MD simulation) number of bubbles of length *l* base pairs on a sequence of total size *L*, and the average is over different realizations of an uncorrelated random sequence with a given GC content. The limit $L \rightarrow \infty$ in the definition of *P(l)* has the meaning that the size of the DNA sequence should be sufficiently larger than the considered bubble lengths. Under this condition, the distribution *P(l)* may be interpreted as follows: the quantity *P(l)L* gives the average number of occurrences of a bubble of length *l* base pairs, in thermal equilibrium, for a given DNA sequence of total length *L* base pairs.

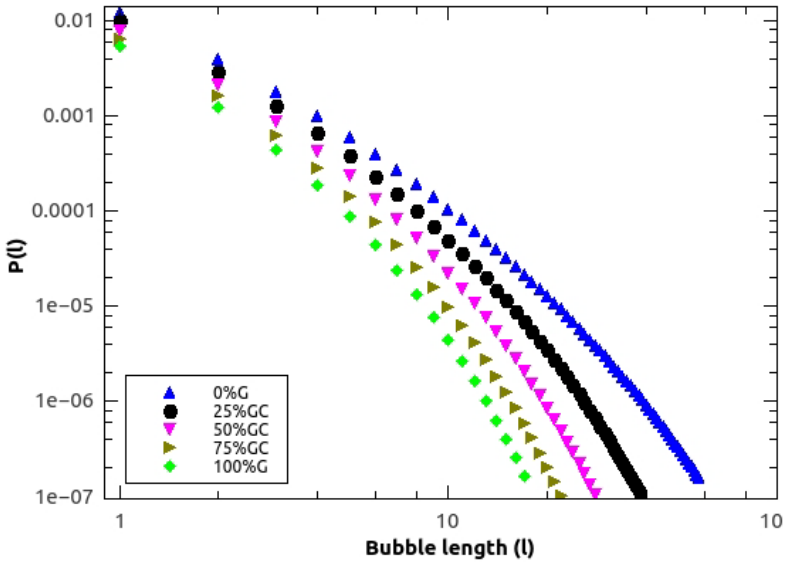


Figure 1. Distribution per base pair of bubble sizes l (in number of base pairs, $l \geq 1$), $P(l)$, for random sequences with different GC contents (points, as indicated in the label)

DNA molecules with higher GC content exhibit a faster decay (see Figure 1), as the stronger bound GC pairs make large bubbles less likely. This decay signifies that the higher the GC content the more difficult it is to excite large openings in the double strand; therefore in AT-rich sequences bubbles have a higher statistical weight. Previous studies [20] have shown that the nucleation of bubbles depends strongly on the sequence: the weaker AT base pairs have to go over the potential barrier imposed by their GC neighbors in order to break the bonds. Our resultss suggest that for lower concentrations of GC, the formation of bubbles is not a GC-dominated process, large AT regions are possible that form bubbles freely, hence dominating the bubble formation process.

Figure 2 presents the average bubble length L_B , which is given by the total number of base pairs in bubble states divided by the total number of bubbles

$$L_B = \frac{\sum_l lP(l)}{\sum_{l\geq 1} P(l)} \quad (2)$$

L_B depends strongly on the GC content, showing an exponential decay. This stresses the importance the sequence has on the typical size of denaturation bubbles.

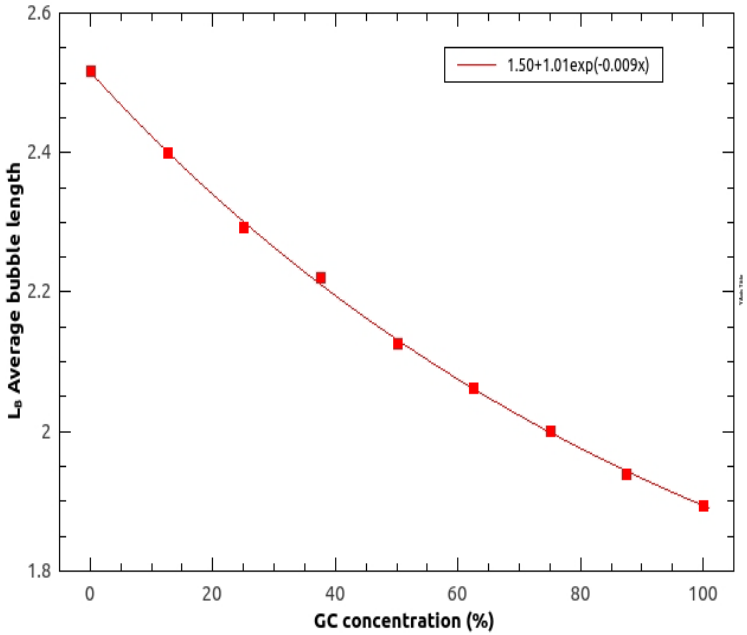


Figure 3. Dependence of the average bubble length L_B , eq 2, on the GC content of the sequence (squares). Continuous line shows a fitting with an exponential decay. T = 310 K, y_{thres} =1.5 Å.

We find that the distributions per base pair can be fitted in the whole range of bubble sizes studied with a stretched exponential function which describes accurately the whole regime from l= 1 up to several tens of base pairs.

3. CONCLUSION

In summary, using the Peyrard-Bishop-Dauxois model we have shown that at physiological temperatures the formation of thermally induced bubbles of different sizes follows a nonexponential distribution with long tails, due to nonlinear interactions within base pairs. The occurrence of these openings may have an important effect, which should be taken into account in biological processes involving the opening of double-stranded DNA. Moreover, structural properties of the DNA molecule may also depend on the frequency of occurrence of these bubbles.

REFERENCIAS

[1] M. Peyrard, A. R. Bishop, Phys. Rev. Lett 1989, 62, 2755.

[2] B. Alexandrov et al., J Phys-Condens Mat 21, 034107 (2009).

[3] S. Cuesta-López, M. Peyrard, and D.J. Graham, Eur. Phys. J. E 16, 235–246 (2005)

[4] J. Watson, F. Crick, Nature 1953, 171, 737–738.

[5] R. Dimitrov, M. Zuker, Biophysical journal 2004, 87, 215-226

[6] S. Ares, N. K. Voulgarakis, K. Ø. Rasmussen, and A. R. Bishop, Phys. Rev. Lett 94, 035504 (2005)

[7] T. S van Erp, S Cuesta-Lopez, M. Peyrard, Eur Phys J E Soft Matter. 2006 Aug;20(4):421-34.

[8] C. H. Choi et al., Nucleic Acids Res. 32, 1584 (2004).

[9] G. Kalosakas, K. Ø. Rasmussen, A. R. Bishop, C. H. Choi, and A. Usheva, Europhys. Lett. 68, 127 (2004)

[10] O. Dahlen and T S. van Erp, J Chem Phys. 2015, 142, 23, 235101

[11] T. S. van Erp and M. Peyrard. EPL, 98 (2012) 48004

[12] M. Peyrard and A. R. Bishop, Phys. Rev. Lett. 62, 2755 (1989).

[13] T. Dauxois, M. Peyrard, and A. R. Bishop, Phys. Rev. E 47, R44 (1993).

[14] T. Dauxois and M. Peyrard, Phys. Rev. E 51, 4027 (1995)

[15] M. Peyrard, S Cuesta-Lopez, D Angelov, J. Phys.: Condens. Matter 21 (2009) 034103

[16] A. Wildes, N. Theodorakopoulos, J. Valle-Orero, S. Cuesta-Lopez, J.-L. Garden, and M. Peyrard, Physical review letters 106, 048101 (2011).

[17] T. S. van Erp, S. Cuesta-Lopez, J.-G. Hagmann, and M. Peyrard, Physical review letters 95, 218104 (2005).

[18] N. Theodorakopoulos and M. Peyrard, Physical review letters 108, 078104 (2012).

[19] S. Ares and G. Kalosakas, NANOLETTERS 2007, Vol. 7, No. 2, 307-311

[20] Rapti, Z.; Smerzi, A.; Rasmussen, K. Ø.; Bishop, A.; Choi, C. H.; Usheva, A. Europhys. Lett. 2006, 74, 540.; Phys. ReV. E 2006, 73, 051902.

APROXIMACIÓN A LA SIMULACIÓN ENERGÉTICA DE UNA GALERÍA ACRISTALADA REALIZADA CON *TRNSYS* PARA SU DEFINICIÓN CON LA HERRAMIENTA UNIFICADA LIDER-CALENER.

Briones Llorente, Raúl[1], Montero García, Eduardo[1]
[1]*Universidad de Burgos, Departamento de Ingeniería Electromecánica*

RESUMEN

Durante los años sesenta y setenta del siglo XX tuvo lugar un significativo aumento del parque edificatorio residencial en España ligado al desarrollo económico. Actualmente, se está procediendo a la rehabilitación energética de la envolvente de muchos de esos edificios, ya que fueron construidos sin una legislación clara en materia de ahorro energético.

Los proyectos de rehabilitación que ahora se ejecutan tienen que cumplir con lo dispuesto en el Documento Básico DB HE Ahorro de Energía[1] (DB HE) del Código Técnico de la Edificación. En las intervenciones que superan el 25 % de la superficie de la envolvente térmica del edificio, hay que hacer una simulación energética del mismo para conocer sus demandas térmicas, sus consumos y sus emisiones de CO_2. Para ello, los Ministerios de Fomento y de Industria han desarrollado el programa informático oficial de simulación energética de edificios llamado Herramienta Unificada LIDER – CALENER, conocido como HULC.

Pero dicho programa, si bien es el documento oficialmente reconocido disponible más potente, tiene algunas limitaciones. Una de ellas es especialmente crítica para la zona climática E1, en la que se encuentra la ciudad de Burgos, pues no dispone de un mecanismo claro para simular los balcones cubiertos con una galería de carpintería metálica y vidrio. Esta es una solución tradicionalmente empleada en los edificios de esa época con posterioridad a su construcción, para ganar espacio útil por una parte, y para mejorar el comportamiento térmico de las habitaciones que tienen puerta balconera.

Ante la necesidad de poder simular correctamente dichos balcones cubiertos, dado el peso que tienen en los resultados totales del edificio, se va a acudir a un programa de simulación energética con mayores capacidades que el HULC: el programa *Transient System Simulation,* conocido como *TRNSYS.* Con éste último se va a simular un caso representativo de esta solución constructiva para la ciudad de Burgos, estudiándolo para las orientaciones Norte, Sur, Este y Oeste. Luego, se hará una aproximación con el programa HULC, dentro de sus posibilidades, para conocer cuál es la simplificación más parecida en resultados. Por último, se establecerán unas conclusiones y recomendaciones que puedan ser de utilidad para los técnicos especializados en simulación energética de edificios que usen el programa HULC.

Palabras clave: Simulación energética de edificios, eficiencia energética, *TRNSYS,* HULC, LIDER, CALENER.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Metodología y plan de trabajo

Antes de realizar este trabajo de investigación, se ha consultado el problema que se plantea a las entidades públicas con competencia en materia energética en la edificación: Ministerio de Fomento, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, así como al Ente Regional de la Energía de Castilla y León.

En todos los casos, desde dichos organismos se ha derivado al técnico competente, a quien se le supone la suficiente preparación técnica para la solución de ese u otros problemas no resueltos tanto en el DB HE[1] como en los manuales de programas informáticos reconocidos. Esta posición encaja con el enfoque prestacional de la actual reglamentación en materia de eficiencia energética en la edificación.

Se han buscado artículos relacionados con esta misma cuestión, pero no se han encontrado resultados, probablemente por tratarse de un problema muy concreto que afecta sólo a algunos programas de simulación, como el HULC.

En consecuencia, además del DB HE[1], se han tenido en cuenta como bibliografía básica los manuales de los dos programas de simulación que se han empleado en este estudio: el Manual de Usuario de la Herramienta Unificada LIDER-CALENER[2], y el *TRNSYS 17 Documentation*[3].

Como ejemplo representativo para ser modelizado, se ha empleado una habitación de una vivienda en bloque que tiene un balcón al que se accede con puerta balconera. Se ha modelizado con el balcón cubierto con galería acristalada y descubierto, como se puede ver en el ejemplo de la Figura 1:

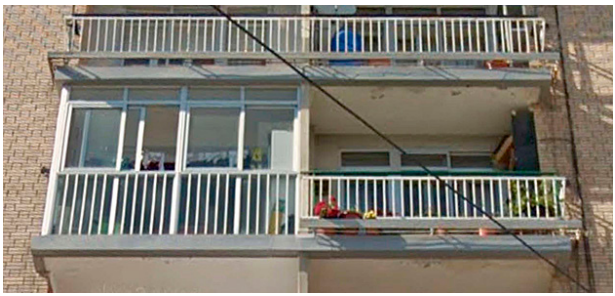


Figura 1. Ejemplo de balcones cubiertos y sin cubrir en un mismo edificio residencial.

El ejemplo tomado es de un edificio representativo de la construcción residencial en bloque de finales de la década de los sesenta en la ciudad de Burgos, situado en el número 2 de la Calle del Carmen. Ha sido escogido de entre todos los que he simulado energéticamente durante más de diez años del ejercicio de mi profesión como arquitecto técnico especialista en la eficiencia energética de los edificios.

Se ha tenido un especial cuidado en que los datos de entrada geométricos, constructivos y operacionales sean los mismos para los dos programas, que han superado el *Building Energy Simulation Test (BESTEST)* de la Agencia Internacional de

la Energía. No obstante, las diferencias que surjan en los resultados se deberán a los siguientes factores que estarán presentes en todas las simulaciones:

- Usan diferentes motores de cálculo.
- *TRNSYS* utiliza un archivo climatológico exclusivo para la ciudad de Burgos, y HULC utiliza, desde la versión de 14 de diciembre de 2015, un archivo climatológico con datos medios de las cuatro capitales que pertenecen a la zona climática E1, que según el DB HE[1] son: Ávila, Burgos, León y Soria.
- *TRNSYS* permite insertar huecos acristalados en paredes interiores, y HULC no.

Primero, se han hecho ocho modelizaciones con ambos programas en las que el balcón está sin cubrir. Se han hecho variaciones teniendo en cuenta las posibles cuatro orientaciones de la fachada que alberga la puerta balconera, y el hecho de que ésta contase con vidrio sencillo o con vidrio doble.

En segundo lugar, se han hecho dieciséis modelizaciones con el programa *TRNSYS* en las que el balcón está cubierto con galería acristalada. Se han hecho variaciones teniendo en cuenta las posibles cuatro orientaciones de la fachada que alberga la puerta balconera y la galería, y el tipo de vidrio con el que contase cada una: simple – simple, simple – doble, doble – simple y doble – doble, respectivamente.

En cambio, con HULC sólo se han podido hacer ocho modelizaciones, todas ellas sin la pared interior que incluye la puerta balconera, y con el balcón cubierto con galería. Para hacer las variaciones se han tenido en cuenta las cuatro posibles orientaciones de la fachada que alberga la galería, y el hecho de que ésta contase con vidrio sencillo o con vidrio doble. Según el DB HE[1], todos los recintos que forman parte de una vivienda se consideran habitables, sin distinguir entre si están o no acondicionados con instalaciones térmicas y de agua caliente sanitaria. Por eso, es habitual modelizar en un solo espacio habitable todas las zonas habitables de cada vivienda en bloque. Incluir también un balcón cerrado, se justifica en el hecho de que cuando se cubre es para convertirlo en un espacio útil más de la vivienda al que normalmente se tiene acceso a diario para ventilar, acceder a la caldera individual si es el caso, tender la ropa y para guardar o recoger enseres domésticos.

Una vez realizadas todas las simulaciones energéticas, 24 con *TRNSYS* y 16 con HULC, se ha procedido a comparar los resultados en tablas y gráficas, para establecer las oportunas conclusiones del estudio realizado.

1.2. Objetivos

Establecer un método de simulación en paralelo para que cuando un técnico competente se encuentre ante una situación como esta, pueda estimar para cada caso la diferencia en el resultado del cálculo de las demandas realizado con HULC, que es la herramienta oficial reconocida, respecto al otro resultado si pudiera emplear una herramienta de comparación como *TRNSYS*.

Facilitar a las administraciones competentes en materia de eficiencia energética en los edificios los resultados obtenidos, para recalcar la necesidad de que se hagan estudios más extensos en este sentido, y con muchos más casos y localizaciones geográficas, de modo que conduzcan a la aparición de un complemento dentro de la herramienta HULC que permita al técnico competente modelizar galerías acristaladas de manera fiable y sencilla.

2. DESCRIPCCIÓN GEOMÉTRICA, CONSTRUCTIVA Y OPERACIONAL

En esta sección se describen los datos de entrada tomados para definir el espacio habitable simulado en cuanto a su geometría, sus características constructivas y sus características operacionales.

2.1. Definición geométrica

En la Figura 2 se pueden ver los planos en planta de la habitación y de la habitación con el balcón cubierto. La figura no está a escala, pero las cotas están en metros:

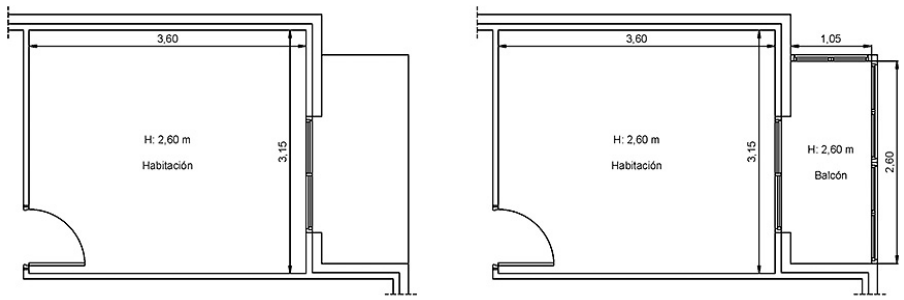


Figura 2. Planos de la habitación y del balcón.

En la Figura 3 se muestran los esquemas de la puerta balconera y de la galería. La figura no está a escala, pero las cotas están en metros:

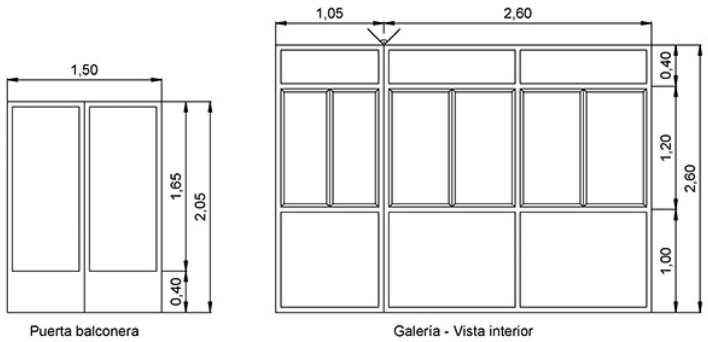


Figura 3. Esquemas de la puerta balconera y de la galería.

El espacio habitable se ha simulado suponiendo que la altura de suelo acabado es de 16 m. Así, representa a una vivienda situada a media altura de un bloque de planta baja más nueve o diez alturas, como es el caso del edificio tipo usado como ejemplo.

En la Figura 4 se puede ver el aspecto de las modelizaciones sólo de la habitación, con *TRNSYS* y con HULC:

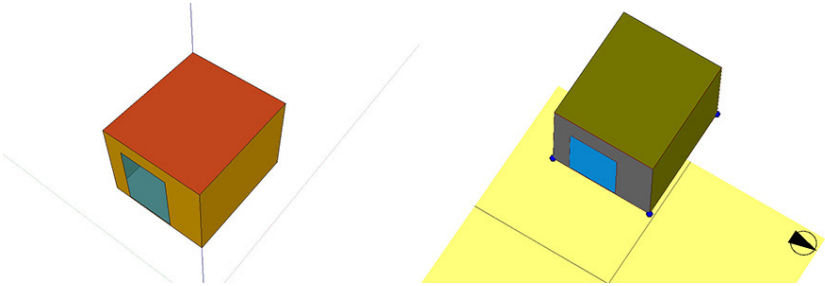


Figura 4. Habitación modelizada con *TRNSYS* y con HULC.

En la Figura 5 se puede ver el aspecto de las modelizaciones de la habitación y del balcón, con *TRNSYS* y con HULC:

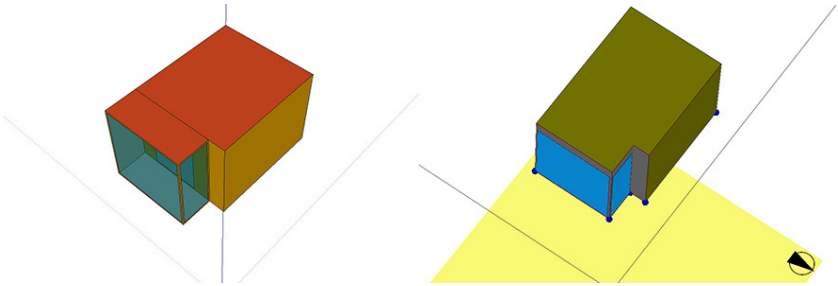


Figura 5. Habitación y balcón modelizados con *TRNSYS* y con HULC.

2.2. Definición constructiva

Se han tomado una serie de decisiones para forzar a que todas las pérdidas y ganancias térmicas se produzcan sólo por la fachada que contiene la puerta balconera y/o la galería:

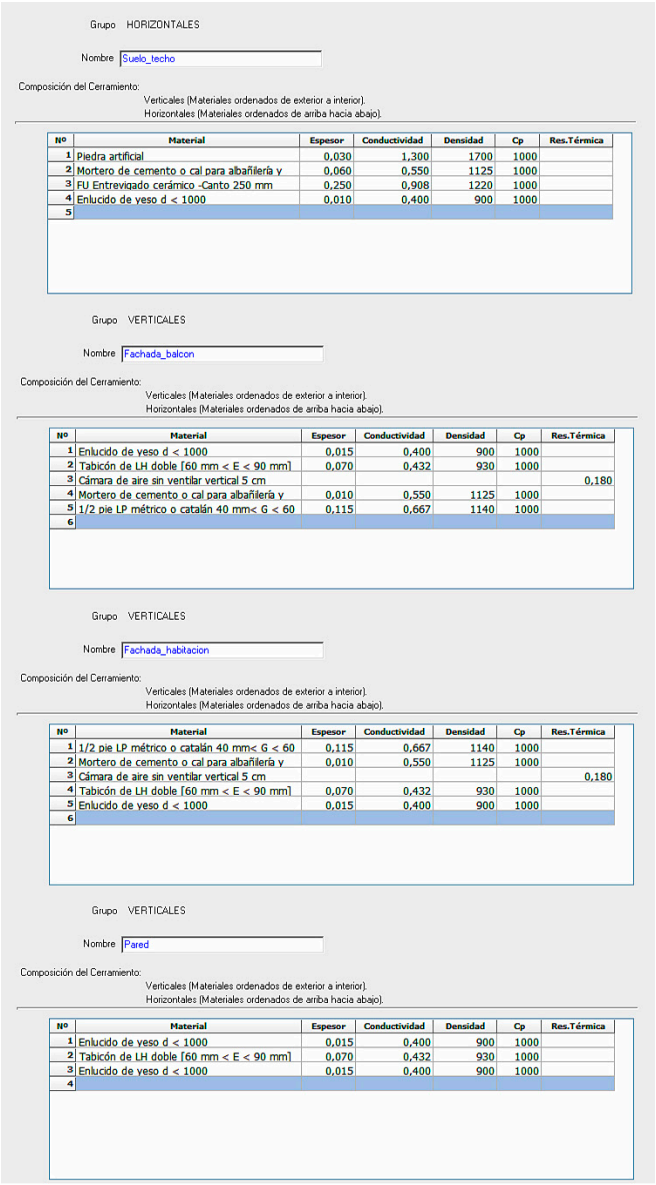
- Las otras tres paredes, el suelo y el techo, se han considerado como medianerías adiabáticas, de modo que su transmitancia térmica es cero. Sí que se tienen en cuenta para el cálculo de la inercia térmica. Este criterio, encaja con el procedimiento descrito en el DB HE[1] para el tratamiento de cerramientos medianeros, y en este caso, se considera el conjunto modelizado como si fuera una unidad funcional completa, y no parte de una vivienda.
- No se ha tenido en cuenta el efecto de los distintos puentes térmicos lineales que pueden existir en la fachada principal. De esta manera, se incide en la idea de que sólo los cerramientos y huecos de dicha fachada contribuyan al intercambio térmico.
- No se ha tenido en cuenta ningún objeto de sombra propio o ajeno al edificio, para que este estudio sirva como un caso general sin la influencia de sombras concretas.

Para recabar los datos constructivos de los diferentes cerramientos y huecos, se ha consultado un ejemplar del proyecto de ejecución de dicho edificio, que parcialmente conserva la Comunidad de Propietarios. También se ha realizado una labor

de campo para cotejar y completar la información del proyecto comparándola con la realmente ejecutada.

Seguidamente, se exponen las características de cada uno de ellos.

En la Figura 6, se puede ver la composición capa a capa de los cerramientos opacos, siendo cada una de ellas elementos de la Base de datos de HULC:



Grupo HORIZONTALES

Nombre Suelo_techo

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Piedra artificial	0,030	1,300	1700	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,060	0,550	1125	1000	
3	FU Entrevigado cerámico -Canto 250 mm	0,250	0,908	1220	1000	
4	Enlucido de yeso d < 1000	0,010	0,400	900	1000	
5						

Grupo VERTICALES

Nombre Fachada_balcon

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Enlucido de yeso d < 1000	0,015	0,400	900	1000	
2	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070	0,432	930	1000	
3	Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm					0,180
4	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
5	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60	0,115	0,667	1140	1000	
6						

Grupo VERTICALES

Nombre Fachada_habitacion

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	1/2 pie LP métrico o catalán 40 mm< G < 60	0,115	0,667	1140	1000	
2	Mortero de cemento o cal para albañilería y	0,010	0,550	1125	1000	
3	Cámara de aire sin ventilar vertical 5 cm					0,180
4	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070	0,432	930	1000	
5	Enlucido de yeso d < 1000	0,015	0,400	900	1000	
6						

Grupo VERTICALES

Nombre Pared

Composición del Cerramiento:
Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior).
Horizontales (Materiales ordenados de arriba hacia abajo).

Nº	Material	Espesor	Conductividad	Densidad	Cp	Res.Térmica
1	Enlucido de yeso d < 1000	0,015	0,400	900	1000	
2	Tabicón de LH doble [60 mm < E < 90 mm]	0,070	0,432	930	1000	
3	Enlucido de yeso d < 1000	0,015	0,400	900	1000	
4						

Figura 6. Composición constructiva de los cerramientos opacos.

Las transmitancias térmicas (U) de cada cerramiento opaco, son las siguientes:

- Suelo y techo: 1,66 W/m^{2}K.
- Fachada del balcón: 1,35 W/m^{2}K.
- Fachada de la habitación: 1,35 W/m^{2}K.
- Pared: 2,46 W/m^{2}K.

Las absortividades (α) de las caras superficiales de los cerramientos opacos, son las siguientes:

- Suelo interior: marrón medio ⇒ 0,75.
- Techo interior: blanco claro ⇒ 0,20.
- Fachada exterior: amarillo medio ⇒ 0,50.
- Pared interior: blanco claro ⇒ 0,20.

Los huecos acristalados se han construido tomando vidrios y marcos de la Base de datos de *TRNSYS*.

Vidrio sencillo de 4 mm:

- Transmitancia térmica (U): 5,80 W/m^{2}K.
- Factor solar (g): 0,862.

Vidrio doble de 4/6/4 mm:

- Transmitancia térmica (U): 3,44 W/m^{2}K.
- Factor solar (g): 0,760.

Marco metálico sin rotura de puente térmico:

- Transmitancia térmica (U): 5,70 W/m^{2}K.
- Absortividad (α): 0,700.

Marco metálico con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm:

- Transmitancia térmica (U): 4,00 W/m^{2}K.
- Absortividad (α): 0,700.

Puertas balconeras con vidrio sencillo y marco metálico sin rotura de puente térmico:

- Fracción de marco (FM): 32,36 %.
- Permeabilidad al aire: 50 m^3/h×m^2, a 100 Pa.

Puertas balconeras con vidrio doble y marco metálico con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm:

- Fracción de marco (FM): 32,36 %.
- Permeabilidad al aire: 27 m^3/h×m^2, a 100 Pa.

Galerías con vidrio sencillo y marco metálico sin rotura de puente térmico:

- Fracción de marco (FM): 20,30 %.
- Permeabilidad al aire: 50 m^3/h×m^2, a 100 Pa.

Galerías con vidrio doble y marco metálico con rotura de puente térmico entre 4 y 12 mm:

- Fracción de marco (FM): 20,30 %.
- Permeabilidad al aire: 27 $m^3/h \times m^2$, a 100 Pa.

2.3. Definición operacional

Las características de los diferentes archivos climatológicos que usan *TRNSYS* y HULC, ya han sido explicadas en este artículo en subsección 1.1 Metodología y plan de trabajo.

Para los dos programas informáticos, se ha tomado como referencia el perfil de uso residencial (24 horas e intensidad baja), que figura en el DB HE[1]. En él se definen las temperaturas de consigna de alta para refrigeración, las temperaturas de consigna de baja para calefacción, las cargas internas debidas a la ocupación sensible, a la ocupación latente, a la iluminación y a los equipos, y por último, los valores de infiltración. Todo ello distinguiendo entre días laborables, sábados y festivos, y a su vez entre la temporada de verano y de invierno, como se puede ver en la Figura 7:

USO RESIDENCIAL	(24h, BAJA)						
	1-7	8	9-15	16-18	19	20-23	24
Temp Consigna Alta (°C)							
Enero a Mayo	–	–	–	–	–	–	–
Junio a Septiembre	27	–	–	25	25	25	27
Octubre a Diciembre	–	–	–	–	–	–	–
Temp Consigna Baja (°C)							
Enero a Mayo	17	20	20	20	20	20	17
Junio a Septiembre	–	–	–	–	–	–	–
Octubre a Diciembre	17	20	20	20	20	20	17
Ocupación sensible (W/m²)							
Laboral	2,15	0,54	0,54	1,08	1,08	1,08	2,15
Sábado y Festivo	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
Ocupación latente (W/m²)							
Laboral	1,36	0,34	0,34	0,68	0,68	0,68	1,36
Sábado y Festivo	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Iluminación (W/m²)							
Laboral, Sábado y Festivo	0,44	1,32	1,32	1,32	2,20	4,40	2,2
Equipos (W/m²)							
Laboral, Sábado y Festivo	0,44	1,32	1,32	1,32	2,20	4,40	2,2
Ventilación verano[1]							
Laboral, Sábado y Festivo	4,00	4,00	*	*	*	*	*
Ventilación invierno[2]							
Laboral, Sábado y Festivo	*	*	*	*	*	*	*

[1] En régimen de verano, durante el periodo comprendido entre la 1 y las 8 horas, ambas incluidas, se supondrá que los espacios habitables de los edificios destinados a vivienda presentan una infiltración originada por la apertura de ventanas de 4 renovaciones por hora. El resto del tiempo, indicados con * en la tabla, el número de renovaciones hora será igual al mínimo exigido por el DB HS

[2] El número de renovaciones hora, indicado con * en la tabla, será igual al mínimo exigido por el DB HS

Figura 7. Perfil de uso residencial del DB HE[1].

3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las demandas de calefacción, en todos los casos, son mucho mayores que las demandas de refrigeración. Esto se obedece a que la ciudad de Burgos se encuentra en la zona climática E1 del DB HE[1], con el invierno más severo y el verano más moderado.

Las mayores demandas de calefacción se producen para la orientación Norte y las menores para la orientación Sur. Las orientaciones Este y Oeste presentan valores intermedios.

Las mayores demandas de refrigeración se producen para la orientación Oeste y las menores para la orientación Norte. Las orientaciones Sur y Este presentan valores intermedios.

Las diferencias entre los resultados de *TRNSYS* y HULC, tienen valores positivos o negativos, según cada caso. Esto es frecuente cuando se comparan varias simulaciones con distintos programas informáticos, o cuando los programas se someten al *BESTEST*.

Para determinar la fiabilidad entre las simulaciones hechas con los dos programas, se ha calculado el valor promedio de la diferencia relativa de las demandas de calefacción:

- Habitación: 7,61 %.
- Habitación y el balcón: 9,69 %.
- Son muy similares, luego parece acertado modelizar con HULC de manera conjunta la habitación y el balcón.

Se ha repetido el mismo cálculo para la diferencia relativa de las demandas de refrigeración:

- Habitación: 5.328,52 %.
- Habitación y el balcón: 20,52 %.
- En el caso de la habitación hay valores de demanda anual próximos a cero, lo que hace que salgan valores relativos muy altos, aunque los valores reales sean muy bajos. Por esta razón, las discrepancias no tendrían grandes consecuencias prácticas.
- En el caso de la habitación y el balcón no existen esos valores cercanos a cero, por lo que se puede dar por bueno el valor promedio obtenido. Su fiabilidad, es aproximadamente la mitad que en el caso de las demandas de calefacción, aunque el orden de magnitud medio de los valores de las demandas de refrigeración es unas diez veces menor.

En la Tabla 1 figuran los valores numéricos de todas las simulaciones energéticas realizadas:

Tabla 1. Resultados de las simulaciones energéticas.

CASO	ORIENTACIÓN FACHADA PRINCIPAL	VIDRIO		MARCO		DEMANDA DE CALEFACCIÓN (kWh/m²año)		Diferencia entre TRNSYS y HULC	
		BALCÓN	GALERÍA	BALCÓN	GALERÍA	TRNSYS	HULC	Valor	(%)
HABITACION	Norte - A	4	---	Metálico	---	183,31	173,17	10,14	5,53
	Norte - B	4/6/4	---	Metálico RPT	---	138,61	144,46	-5,85	-4,22
	Sur - A	4	---	Metálico	---	109,71	113,17	-3,46	-3,15
	Sur - B	4/6/4	---	Metálico RPT	---	72,45	86,89	-14,44	-19,94
	Este - A	4	---	Metálico	---	150,69	143,86	6,83	4,53
	Este - B	4/6/4	---	Metálico RPT	---	106,70	116,33	-9,63	-9,03
	Oeste - A	4	---	Metálico	---	150,67	146,73	3,94	2,62
	Oeste - B	4/6/4	---	Metálico RPT	---	106,44	119,06	-12,62	-11,86
						Valor promedio de la diferencia relativa			7,61
HABITACIÓN Y BALCÓN (*) Sólo en TRNSYS hay puerta balconera	Norte - C	4(*)	4	Metálico(*)	Metálico	267,61	222,63	44,98	16,81
	Norte - D	4(*)	4/6/4	Metálico(*)	Metálico RPT	164,46	164,61	-0,15	-0,09
	Norte - E	4/6/4(*)	4	Metálico RPT(*)	Metálico	268,13	222,63	45,50	16,97
	Norte - F	4/6/4(*)	4/6/4	Metálico RPT(*)	Metálico RPT	164,97	164,61	0,36	0,22
	Sur - C	4(*)	4	Metálico(*)	Metálico	165,15	141,07	24,08	14,58
	Sur - D	4(*)	4/6/4	Metálico(*)	Metálico RPT	81,02	88,92	-7,90	-9,76
	Sur - E	4/6/4(*)	4	Metálico RPT(*)	Metálico	167,37	141,07	26,30	15,71
	Sur - F	4/6/4(*)	4/6/4	Metálico RPT(*)	Metálico RPT	82,35	88,92	-6,57	-7,97
	Este - C	4(*)	4	Metálico(*)	Metálico	230,19	192,59	37,60	16,34
	Este - D	4(*)	4/6/4	Metálico(*)	Metálico RPT	135,88	136,39	-0,51	-0,37
	Este - E	4/6/4(*)	4	Metálico RPT(*)	Metálico	231,41	192,59	38,82	16,78
	Este - F	4/6/4(*)	4/6/4	Metálico RPT(*)	Metálico RPT	137,00	136,39	0,61	0,45
	Oeste - C	4(*)	4	Metálico(*)	Metálico	204,65	171,53	33,12	16,18
	Oeste - D	4(*)	4/6/4	Metálico(*)	Metálico RPT	112,43	116,46	-4,03	-3,58
	Oeste - E	4/6/4(*)	4	Metálico RPT(*)	Metálico	206,20	171,53	34,67	16,81
	Oeste - F	4/6/4(*)	4/6/4	Metálico RPT(*)	Metálico RPT	113,72	116,46	-2,74	-2,41
						Valor promedio de la diferencia relativa			9,69

CASO	ORIENTACIÓN FACHADA PRINCIPAL	VIDRIO		MARCO		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN (kWh/m²año)		Diferencia entre TRNSYS y HULC	
		BALCÓN	GALERÍA	BALCÓN	GALERÍA	TRNSYS	HULC	Valor	(%)
HABITACIÓN	Norte - A	4	---	Metálico	---	0,27	0,56	-0,29	-104,59
	Norte - B	4/6/4	---	Metálico RPT	---	0,00	0,73	-0,73	-41.903,56
	Sur - A	4	---	Metálico	---	1,75	3,48	-1,73	-98,52
	Sur - B	4/6/4	---	Metálico RPT	---	0,97	4,57	-3,60	-372,41
	Este - A	4	---	Metálico	---	3,79	3,99	-0,20	-5,34
	Este - B	4/6/4	---	Metálico RPT	---	3,35	5,14	-1,79	-53,27
	Oeste - A	4	---	Metálico	---	5,73	6,70	-0,97	-16,99
	Oeste - B	4/6/4	---	Metálico RPT	---	4,67	8,10	-3,43	-73,52
						Valor promedio de la diferencia relativa			5.328,52
HABITACIÓN Y BALCÓN (*) Sólo en TRNSYS hay puerta balconera	Norte - C	4(*)	4	Metálico(*)	Metálico	6,50	8,25	-1,75	-26,83
	Norte - D	4(*)	4/6/4	Metálico(*)	Metálico RPT	7,85	10,80	-2,95	-37,59
	Norte - E	4/6/4(*)	4	Metálico RPT(*)	Metálico	7,09	8,25	-1,16	-16,44
	Norte - F	4/6/4(*)	4/6/4	Metálico RPT(*)	Metálico RPT	8,60	10,80	-2,20	-25,63
	Sur - C	4(*)	4	Metálico(*)	Metálico	13,59	15,18	-1,59	-11,71
	Sur - D	4(*)	4/6/4	Metálico(*)	Metálico RPT	15,64	20,72	-5,08	-32,51
	Sur - E	4/6/4(*)	4	Metálico RPT(*)	Metálico	13,54	15,18	-1,64	-12,13
	Sur - F	4/6/4(*)	4/6/4	Metálico RPT(*)	Metálico RPT	15,92	20,72	-4,80	-30,14
	Este - C	4(*)	4	Metálico(*)	Metálico	10,03	11,83	-1,80	-17,92
	Este - D	4(*)	4/6/4	Metálico(*)	Metálico RPT	12,85	16,43	-3,58	-27,82
	Este - E	4/6/4(*)	4	Metálico RPT(*)	Metálico	9,82	11,83	-2,01	-20,44
	Este - F	4/6/4(*)	4/6/4	Metálico RPT(*)	Metálico RPT	12,86	16,43	-3,57	-27,76
	Oeste - C	4(*)	4	Metálico(*)	Metálico	26,78	22,48	4,30	16,04
	Oeste - D	4(*)	4/6/4	Metálico(*)	Metálico RPT	28,93	28,39	0,54	1,87
	Oeste - E	4/6/4(*)	4	Metálico RPT(*)	Metálico	27,54	22,48	5,06	18,38
	Oeste - F	4/6/4(*)	4/6/4	Metálico RPT(*)	Metálico RPT	29,92	28,39	1,53	5,10
						Valor promedio de la diferencia relativa			20,52

En la Figura 8, se muestra la gráfica de las demandas de calefacción de la habitación.

En la Figura 9, se muestra la gráfica de las demandas de refrigeración de la habitación.

En la Figura 10, se muestra la gráfica de las demandas de calefacción de la habitación y el balcón.

En la Figura 11, se muestra la gráfica de las demandas de refrigeración de la habitación y el balcón.

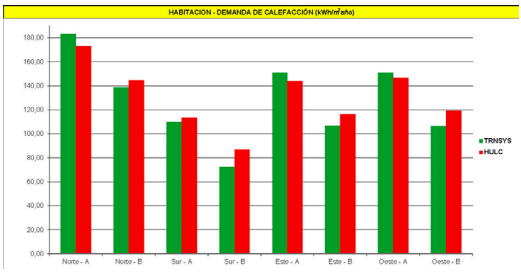


Figura 8. Demandas de calefacción de la habitación.

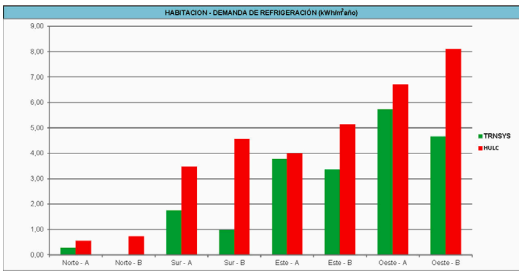


Figura 9. Demandas de refrigeración de la habitación.

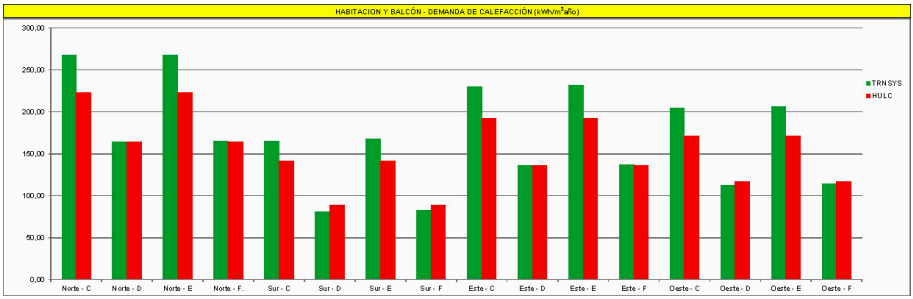


Figura 10. Demandas de calefacción de la habitación y el balcón.

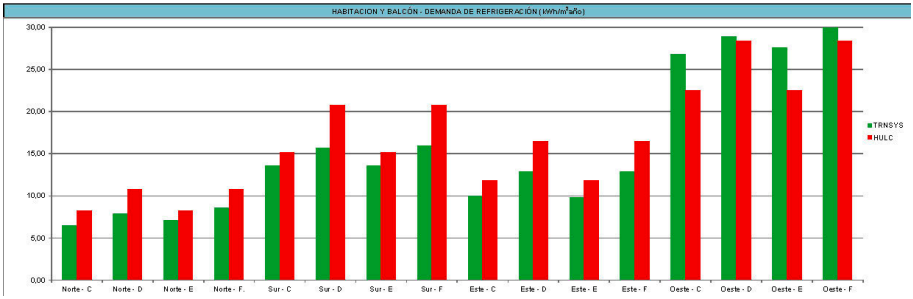


Figura 11. Demandas de refrigeración de la habitación y el balcón.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para el caso planteado en este artículo, modelizar con HULC en un mismo espacio habitable la habitación junto con su balcón cubierto con galería acristalada parece una buena solución. Los resultados son muy parecidos en el caso de las demandas de calefacción, que son las más importantes para la zona climática E1. Con las demandas de refrigeración las diferencias aumentan al doble, pero al ser mucho más pequeñas estas demandas que las de calefacción, no afectarían mucho al resultado global del espacio.

En cualquier caso, en un edificio real, el peso de la galería en el total de la envolvente disminuiría, pues habría muchos más cerramientos y huecos exteriores, así como cerramientos interiores no adiabáticos, que contribuirían también a la demanda energética.

Sería recomendable que cualquier técnico competente hiciera simulaciones en paralelo con HULC y *TRNSYS,* u otro programa avanzado de simulación energética, siempre que se encuentre con soluciones constructivas que no se puedan modelizar adecuadamente con HULC. No obstante, no todos los técnicos son capaces de manejar un programa tan complejo como *TRNSYS,* y a los que saben utilizarlo, puede que no les resulte económicamente rentable el coste que supone duplicar el trabajo, teniendo en cuenta que *TRNSYS* exige muchos más datos de entrada que HULC.

La última recomendación o sugerencia es para las entidades públicas con competencia en materia energética en la edificación. Al igual que desde el apartado de Capacidades Adicionales de HULC se pueden definir cerramientos no convencionales, como fachadas ventiladas, muros solares y muros Trombe, debería desarrollarse la opción de definir una galería acristalada. Dicho trabajo, pasaría por realizar simulaciones energéticas incluyendo galerías en los edificios residenciales en bloque y asilados, en las diferentes zonas climáticas del DB HE[1], del mismo modo que se hizo para la obtención de la escala de la calificación de eficiencia energética de los edificios. Así, se obtendría un gran número de resultados representativos que servirían para desarrollar esa nueva capacidad adicional en HULC.

REFERENCIAS

[1] Ministerio de Fomento. Secretaría de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda. Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo. (2016). Documento Básico HE Ahorro de Energía (DB HE).

[2] Ministerio de Fomento. Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo, Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2016). Herramienta Unificada LIDER-CALENER v1.0 Manual de usuario.

[3] *Solar Energy Laboratory. University of Wisconsin – Madison.* (2014). *TRNSYS 17 Documentation.*

SEXTA SESIÓN

Adrián González Rodríguez

Spatial correlations in the melting transition of genomic fiber DNA in solution

Sandra Díaz Cabrera

Desarrollo de nuevos fármacos para el tratamiento de cáncer de pulmón de células escamosas

Pablo Peña Calleja

Control de la quimioselectividad en la síntesis de heterociclos nitrogenados

Daisy Carolina Romero Velásquez

Síntesis, caracterización y morfología de nuevos derivados basados en el perileno diimidas

Blanca Sol Pascual Portal

Filmes orgánicos como sensores de sustancias de interés

SPATIAL CORRELATIONS IN THE MELTING TRANSITION OF GENOMIC FIBER DNA IN SOLUTION.

Adrián González[1,2], Andrew Wildes[1], Santiago Cuesta-López[2], Michel Peyrard[3].

[1]*Institut Laue Langevin,BP 156, 6, rue Jules Horowitz 38042 Grenoble Cedex 9, France.*

[2] *ICCRAM -International Research Center in CRMs for Advanced Industrial Technologies, University of Burgos, Burgos, 09001, Spain.*

[3]*Université de Lyon, Ecole Normale Supérieure, Lyon, France.*

ABSTRACT

The melting of DNA is a phase transition which proves interesting due both to theoretical implications and current applications in bio-labs. Moreover it may have something to say in our general view of the statistic mechanic of DNA and so in our understanding of some biological processes. In this work we use neutron scattering on highly oriented DNA fibers submerged in polymer solutions with different osmotic pressures aiming to study the effects of the DNA confinement on this still not totally understood transition. It has been discovered that samples under higher osmotic pressure, this is more constricted, seems to undergo sharper meltings. Also, the nature of this submerged fibers seem to prevent the macroscopic collapse which hindered previous studies in similar humidified samples.

1. INTRODUCTION

The melting transition or thermal denaturation of DNA is a phase transition in which increasing temperature causes the hydrogen bonds between base pairs to break due to the thermal vibrations. The hydrogen bonds break sequentially and eventually the double stranded DNA molecule becomes two single strands. However, an intermediate state exits in which open regions or zones where a number of consecutive base pairs are open, coexist with zones in which the bonds still hold and the double helix is pretty much intact.

Statistical physics of DNA thermal denaturing is a theoretical interesting topic since it raises the fundamental question of a phase transition in a one-dimensional system, but also for practical applications such as the design of Polymerase Chain Reaction (PCR) [1] probes or the HRM [2] studies for bio-labs. In addition, it has a potential biological impact as during the replication and transcription of the DNA code, a process essential to life as we know it, a total and local melting of the DNA respectively happen. Though the genetic processes are carried out by external biological particles which exert mechanical forces, thermal fluctuations can also assist in the openings. Understanding the simple process of how the base pairs separate under thermal fluctuations could be a first step in the understanding of the more complex phenomenon.

DNA denaturing was heavily studied in the last decades using calorimetry, UVis-absorbance, fluorescence, NMR and others. Knowledge about a critical parameter for characterizing the nature of the transition is nonetheless largely lacking. This is the evolution of the correlation length of the molecules during the transition.

Neutron diffraction can account for this missing piece of information as it has been proved in recent years [3]. If thousands of molecules of DNA are placed together closely packed and parallely oriented a DNA fiber is formed. Under proper humidification the DNA molecules arrange themselves in the so called 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. So the diffraction pattern of such a system is similar to the one of a mono dimensional crystal in which elements that scatter coherently are mostly the base pairs of the DNA molecules. The principal characteristic of crystalline systems under diffraction studies is the detection of Bragg peaks.

Focusing on the Bragg peak related with the coherent scattering from the closed base pairs (which is placed at $\mathbf{Q_H}$=1.87 $Å^{-1}$ in the reciprocal space) at different temperatures one can infer how the temperature affects both the correlation length and the average size of the closed domains. As Wildes et al. stated the width of this Bragg peak is inversely related with the correlation length and the integrated intensity is directly related with the number of closed base pairs [3].

The experiments on humidified samples were quite successful but in this work we want to go a step further and study the melting transition of the fibers submerged in aqueous solutions. Podgornik et al. probed that when the DNA fibers are submerged in a polyethylene glycol (PEG) solution the fibers undergo a macroscopic swelling with a proportional increase of the intermolecular distance [4]. At the same time the osmotic pressure exerted by the polymer prevents the DNA fiber from dissolving as it would do in pure water. More over the swelling is inversely proportional to the osmotic pressure which depends in turn from the concentration of PEG. So this method is an easy way to study the melting of DNA in a biologically relevant environment (naturally occurring DNA is always in an aqueous media) and also a way to control the intermolecular distance in our samples so we can study the effect of the confinement or DNA-DNA interactions in the melting transition.

In this work we contrast the width and integrated intensity of three Na-DNA samples submerged in PEG solutions with relatively high, medium and low osmotic pressures with the melting of a ‘’dry fiber’’ (just equilibrated with a humid atmosphere) as a control.

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 [5],[6]. The final product of this method is a film made of hundreds of fibers which in turn contain thousands of molecules of DNA.

For the neutron scattering experiments four samples were prepared three samples submerged in PEG solutions with increasing osmotic pressure and a sample

equilibrated with a humid atmosphere as a control. 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.

The solutions used in this work were made with polyethylene glycol (PEG) of 6000 MW mixed with a Tris EDTA buffer 0.1 M NaCl pH=7 prepared with heavy water (D_2O). The use of heavy water is an asset for neutron scattering experiments since the incoherent background from deuterium is much less than for hydrogen. Solutions with concentrations of PEG that yielded 0.37, 0.68 and 0.77 MPa were used. Podgornik et al. proved [4] that the DNA acquires two different conformations depending on the pressure regime. These are a high packed hexagonal symmetry with orientational order in the high pressure regime and a supposedly cholesteric phase in the low pressure regime with a transitional regime in between. The chosen pressures stated above correspond respectively to the low, medium and high pressure regimes.

2.2. Neutron scattering

Data from diffraction measurements presented here were collected using the D19 WOMBAT powder diffractometer at the Bragg institute in Australia. A germanium monochromator was used. It was possible to get rid of higher-order Bragg contamination using a room-temperature beryllium filter. The detector of WOMBAT is position sensitive and it covers 120° in the scattering plane with an oscillating radial collimator for background suppression.

The incident beam with wavevector $\mathbf{k}_i$ was scattered through an angle of 2θ into the final direction with wavevector $\mathbf{k}_f$. The momentum transfer is then of $\mathbf{Q}=\mathbf{k}_i-\mathbf{k}_f$. The scattering was measured in transmission through the sample cassette. The WOMBAT detector position was fixed for the measurements, and the sample was rotated about the axis normal to the scattering plane. The scattering was plotted relative to a convention defining orthogonal reciprocal space directions $\mathbf{Q}_H$, $\mathbf{Q}_K$, and $\mathbf{Q}_L$ [7]. The H axis is parallel to the fiber axis, the L direction is perpendicular to the fiber axis and in the plane of the cassette, and K is normal to the cassette.

Two different kind of measurements were performed: The first used a wavelength of 5.65 Å, which allowed reciprocal space maps to be measured for all the samples. This maps adequately covers the observable Bragg features in neutron scattering from B-form DNA. Reciprocal space maps were measured with the fiber axis (H) within and normal to the scattering plane. These measurements were all made at room temperature.

The second used a wavelength of 4.62 Å and aimed to study the temperature dependence of the Bragg peak at $\mathbf{Q}_H \approx 1.87$ Å^{-1} along the fiber axis. The temperature was controlled between 25 and 120 °C using jets of heated nitrogen gas, and the temperature stability for the duration of each measurement was <0.1 K.

3. RESULTS

3.1. RSM

In Fig. 1 one can find an example of the RSM acquired in the first part of the experiment. The maps were qualitatively equivalent for all the samples but the background is higher as the concentration of PEG increases and so the ratio peak signal to noise decreases with osmotic pressure for these samples with this technique.

This is so because although the water for the solution is deuterated the PEG in it is not. The intensity dips in the pattern (blue and green regions) are related with the attenuation from the sample cassette when during rotation the incident or outgoing beam goes through the whole width of the sample.

The feature situated around $\mathbf{Q_H}$ = 1.87 Å^{-1} is the so called in X-ray scattering 10th layer peak and it probes that even under the disorganizing effect of the solution the fibers still remain oriented and in a semi crystalline form. The absence of additional peaks suggest this is a pure B form which is the usual for DNA in solution.

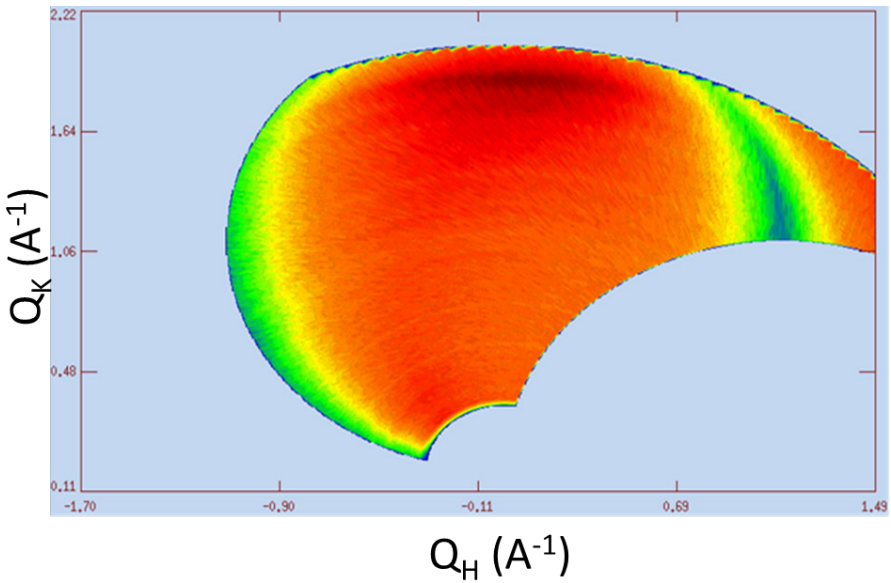


Figure 1. Reciprocal space map of the Na-DNA PEG sample at 0.37 MPa in parallel orientation (fibers axis within the scattering plane).

3.2. Temperature dependent measurements

For studying the evolution of the peak similar RMS were collected at a plethora of temperatures. Recording such a large maps even though we are interested now in a small part of the diffraction pattern has the advantage that the incoherent background and the influence of the attenuation due to the sample cassette could be estimated by fitting a peak function with a negative amplitude and a flat background far from any coherent contributions. After this sort of background substraction a thin box could be selected along the fiber axis (rectangle centered at $\mathbf{Q_H}$=0 Å^{-1} and from -0.5 to 0.5 Å^{-1} in $\mathbf{Q_K}$) and the intensity data integrated over $\mathbf{Q_H}$ in order to get the best approximation to the scattering along the fiber. After eliminating the incoherent background some features remain which are clearly not part of the base pair Bragg peak and may disturb our study. Since they appear not to change with temperature one way to deal with then is picking up the data at the highest temperature in which the molecule is totally denatured and so the Bragg peak must be gone and substract it from the rest of curves at every temperature. The result appears to be a single peak

seated on a flat background which can be easily fitted by a simple Lorentzian and so integrated intensity and width are easily known.

Fig. 2 presents the result of the reduction for different temperatures along whit the fitting of the data with a Lorentzian function with a flat background. As expected the data reflects the fact that when temperature rises the base pairs start to go from close to open and so the integrated intensity of the peak decreases until the peak itself disappears at high temperatures where the molecule is fully denatured. Also the width of the peak increases with temperature which is related with the open regions being bigger and bigger and the subsequent decrease of the correlation length which cannot in any case be higher than the average size of the closed domains.

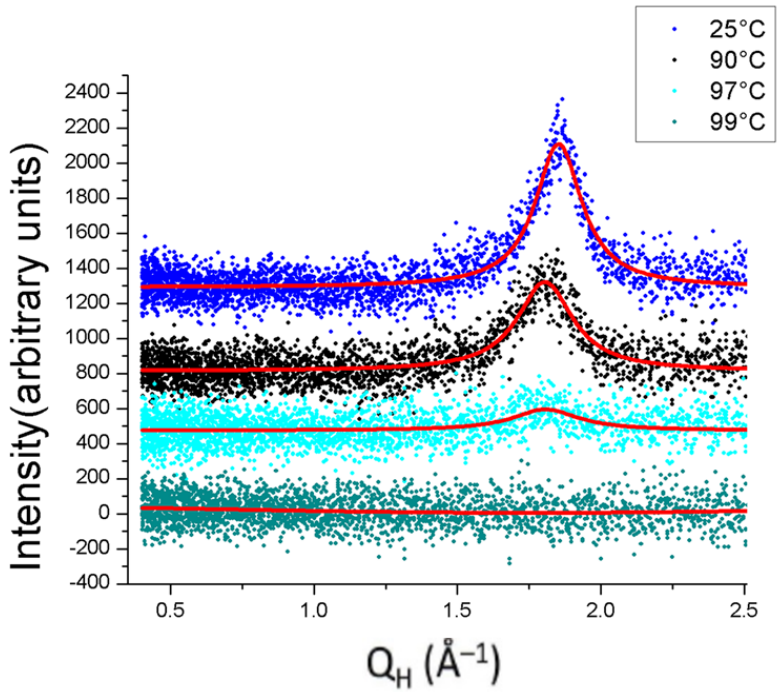


Figure 2. Evolution of the base pair peak with temperature (scatter plot). Fit of a Lorentzian with a flat background to the data (red lines). Integrated intensity is proportional to the number of closed base pairs. Width is inversely proportional to the correlation length.

4. CONCLUSIONS

The reciprocal space maps not only probed that the samples conserve crystalline properties even after submersion. The maps collected in the perpendicular orientation, with the axis normal to the scattering plane, can access Bragg peaks related with the order structures in the sample in the perpendicular plane to the fiber axis. So it was possible to measure the swelling of the samples directly and check that the results of Podgornik et al. were qualitatively reproducible (data not shown).

The temperature study allowed to contrast the evolution of the width and integrated intensity of the peaks for samples under different osmotic pressures. The estimation of the percentage of open base pairs out of the neutron scattering data and out of previous calorimetry tests in similar samples matched out so we are reasonably sure that the changes in the scattering pattern are related with the denaturation of the molecules and not with other possible events. Also the data shows that for samples with higher osmotic pressure the transition is more cooperative, this is samples with higher osmotic pressure appear to undergo sharper transitions. Lastly the investigation of submerged fibers appears to have at least one technical advantage with respect to humidified fibers. In previous experiments Wildes et al. were unable to record the last steps of the melting due to the macroscopic collapse of the fiber at a temperature much lower than the necessary for finishing the transition [3]. At this point the films seemingly lost the long orientation order and went from a semi crystalline state to a glassy-viscous conformation which effectively finished the experiment. No sign of this event was detected in the submerged fibers. Supposedly the osmotic pressure exerted over the film is enough to stabilize the fibers throughout the transition.

REFERENCIAS

[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] Wildes, A.; Theodorakopoulos, N.; Valle-Orero, J.; Cuesta-Lopez, S.; Garden, J.-L.; Peyrard, M. Phys. Rev. Lett. 2011, 106.

[4] Podgornik, P.; Strey, H. H.; Gawrisch, K.; Rau, D. C.; Rupprecht, A.; Parsegian, V. A. Proc. Natl, Acad Sci. USA 1996, 93, 4261–4266.

[5] Rupprecht, A.; Acta Chem. Scand. 1966, 20, 494−504.

[6] Rupprecht, A.; Biotechnol. Bioeng. 1970, 12,93−121.

[7] Valle-Orero,J.; J. Phys. Chem. B 2013, 117, 1849−1856.

DESARROLLO DE NUEVOS FÁRMACOS PARA EL TRATAMIENTO DE CÁNCER DE PULMÓN DE CÉLULAS ESCAMOSAS.

Sandra Díaz Cabrera*, Roberto Quesada Pato y María García Valverde.
Departamento de Química. Universidad de Burgos. Burgos, España

RESUMEN

El carcinoma de pulmón de células escamosas es uno de los tipos de cáncer de pulmón con mayor predominancia y su tratamiento, a día de hoy, no ofrece resultados clínicos satisfactorios. Este trabajo persigue el desarrollo de nuevos fármacos para el tratamiento de este tipo de cáncer. Diversos estudios de química médica han permitido concluir que la Survivina, una proteína implicada en los procesos de división celular y apoptosis, se puede emplear como nueva diana terapéutica para esta tipología de cáncer. Se sabe que la actividad de esta proteína se inhibe, de modo natural, mediante una interacción con las proteínas mitocondriales pro-apoptóticas Smac/Diablo. Partiendo de esta idea, se han diseñado nuevos compuestos miméticos de Smac/Diablo, cuya síntesis se está llevando a cabo actualmente con el fin de alcanzar el objetivo de validar la Survivina como nueva diana terapéutica y de obtener nuevos fármacos para esta enfermedad.

Palabras clave: Cáncer de Pulmón, Survivina, Smac/Diablo, Apoptosis, Fármacos, Tratamiento.

ABSTRACT

Lung squamous cell carcinoma is one of the most extended types of lung cancer, and nowadays its treatment doesn't show good clinical results. The aim of this project is to develop new drugs for treatment this type of cancer. Several studies have concluded that Survivin, a protein involved in cell division processes and apoptosis, can be used as novel therapeutic target for this cancer. It is known that the activity of Survivin is naturally inhibited by binding with the pro-apoptotic mitochondrial protein Smac/Diablo. Based on this idea new Smac/Diablo mimetics have been designed and synthesized in order to validate Survivin as a novel therapeutic target and development of new drugs for this disease.

Key words: Lung Cancer, Survivin, Smac/Diablo, Apoptosis, Drugs, Treatment.

1. INTRODUCCIÓN

El cáncer de pulmón es uno de los cánceres más comunes, y con mayor tasa de mortalidad, a nivel mundial (se estima que causó 1.6 millones de muertes en 2012).[1] El cáncer pulmonar más frecuente en la población es el no microcítico (NSCLC), categoría en la que se encuentran el adenocarcinoma, el carcinoma de células grandes y el carcinoma de células escamosas de pulmón (SQCLC). Este último tipo de cáncer,

el SQCLC, habitualmente se encuentra asociado al tabaquismo y tiene una gran predominancia (alrededor del 30% de los nuevos casos diagnosticados en 2012), solo superada por el adenocarcinoma.[2,3] Además, el tratamiento de este cáncer con distintos tipos de agentes quimioterápicos no ofrece, actualmente, grandes resultados clínicos (la ratio de supervivencia en 5 años para los pacientes afectados por esta enfermedad es sólo de un 17%).[3] Por este motivo, es crucial encontrar nuevas estrategias terapéuticas, más eficaces y menos tóxicas que las actuales, para tratar de combatir el SQCLC. Una estrategia para conseguir esto es la identificación de nuevas dianas terapéuticas y el diseño de fármacos dirigido a ellas.

La Survivina (**Imagen 1**) forma parte de una familia de proteínas inhibidoras de la apoptosis (IAPs) que juega un papel clave en la regulación de la división celular e inhibición de la apoptosis, mediante su asociación a caspasas u otras proteínas relacionadas con este proceso de muerte celular. Esta proteína se encuentra sobreexpresada en muchos tipos de cáncer y se asocia habitualmente con fenómenos de quimioresistencia en cánceres como el SQCLC.[4] Todas estas características convierten a la Survivina en una molécula con un gran atractivo para ser empleada como nueva diana terapéutica en terapias anticancerosas.

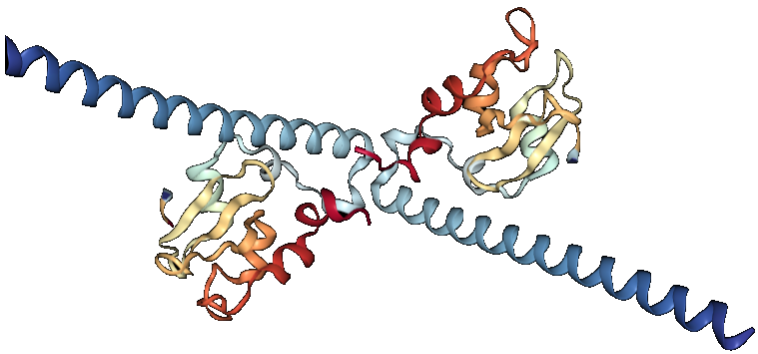


Imagen 1. Estructura cristalina de la Survivina humana complejada con el Smac/Diablo (3UIH).[5]

Se sabe que el Smac/Diablo (segundo derivado mitocondrial activador de caspasas) es una proteína pro-apoptótica capaz de unirse a las proteínas IAPs y bloquear su actividad, es decir, es una proteína que induce la apoptosis celular[6]. El desarrollo de entidades químicas capaces de mimetizar la función de Smac/Diablo e interaccionar con la Survivina, promoviendo la apoptosis de células cancerosas, podría ser una aproximación terapéutica interesante para crear nuevos tratamientos para el cáncer de pulmón de células escamosas.

2. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo consiste en diseñar y sintetizar nuevos compuestos químicos, miméticos de la proteína Smac/Diablo, capaces de promover la apoptosis de células cancerosas en SQCLC. Estas entidades químicas permitirán, a término, validar la Survivina como nueva diana terapéutica del SQCLC y desarrollar nuevos fármacos para el tratamiento de este tipo de cáncer de pulmón.

3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Un método muy utilizado en el diseño de nuevos fármacos es el *docking* molecular (**Imagen 2**), herramienta informática que permite generar modelos de interacción entre una diana proteica, de estructura tridimensional conocida, y una serie de ligandos. El análisis de estos modelos permite determinar el contenido energético de las uniones ligando-proteína y conocer los modos de unión más favorables de los ligandos al centro activo de la diana terapéutica. Así, se puede llevar a cabo el diseño de nuevos compuestos con alta afinidad por la proteína, que podrían ser buenos candidatos como fármacos (*hits*).

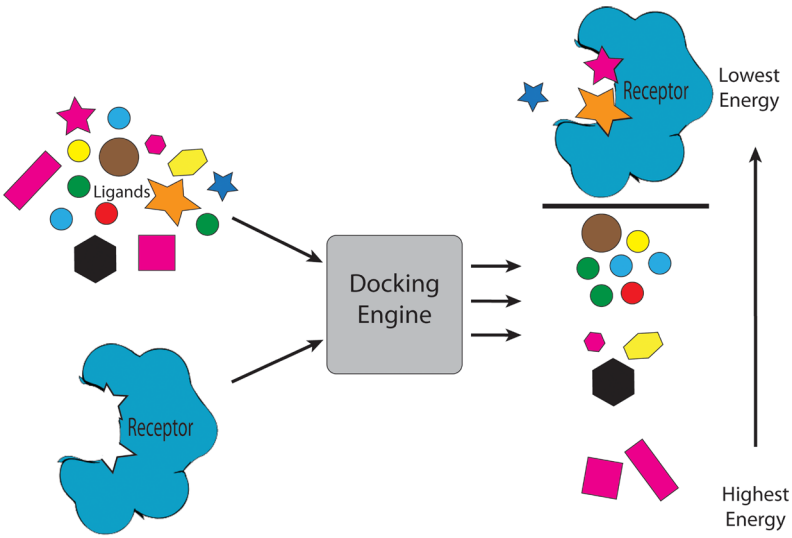
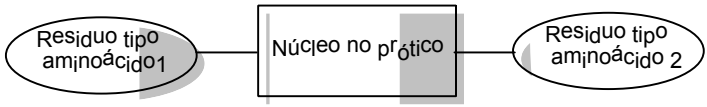


Imagen 2. *Docking* molecular con cribado de múltiples ligandos sobre un receptor.[7]

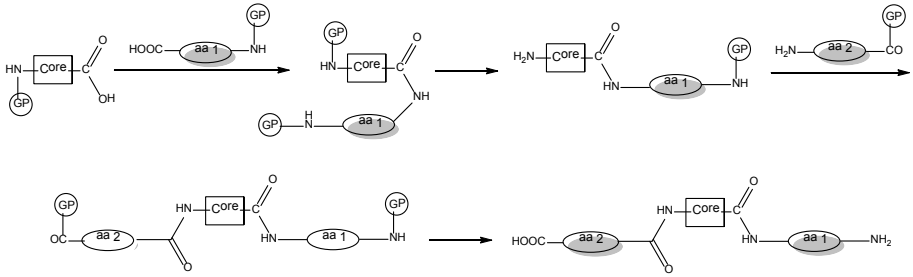
En este trabajo, se ha utilizado la Survivina para un estudio de *docking* molecular con el fin de diseñar de nuevos fármacos para el tratamiento de SQCLC, utilizando para ello el sitio de unión con el Smac/Diablo. Tras un estudio con un gran número de estructuras de los modos de unión más favorables energéticamente, se diseñaron los *hits* por combinación de los fragmentos más afines a la diana.

En general, estos nuevos compuestos, miméticos de Smac/Diablo, presentan una estructura de tipo peptídica. Biológicamente, los péptidos son cadenas cortas de dos o más aminoácidos unidos entre sí a través de enlaces amida (peptídicos). Sin embargo, este tipo de secuencias peptídicas resultan poco estables metabólicamente cuando se emplean como entidades farmacológicas, ya que son degradadas por el organismo antes de llegar a la diana terapéutica. Por ello, los *hits* diseñados en este trabajo son peptidomméticos, lo que mejora su estabilidad metabólica manteniendo su afinidad por la Survivina, al presentar un núcleo no proteico capaz de unirse, mediante enlaces covalentes, a residuos derivados de aminoácidos (**Esquema 1**).



Esquema 1. Estructura de los *hits* peptidomiméticos de Smac/Diablo diseñados.

Los fragmentos de estos peptidomiméticos se unen entre sí a través de enlaces amida, que resultan de la unión covalente entre un grupo funcional tipo amina y otro tipo ácido carboxílico. Dicha reacción no está favorecida termodinámicamente y no ocurre de un modo espontáneo a temperatura ambiente, por lo que es necesario activar el ácido de partida mediante el empleo de agentes de acoplamiento.[8] Por otro lado, los fragmentos utilizados en la síntesis de los peptidomiméticos están doblemente funcionalizados, presentan grupos carboxílicos y aminas, así que es necesario proteger selectivamente los grupos que no deben reaccionar durante los procesos de amidación.[9] De este modo, el uso de grupos protectores adecuados y el empleo de agentes de acoplamiento compatibles con los sustratos utilizados, son los dos factores principales que hay que controlar en la síntesis de estos compuestos (**Esquema 2**).



Esquema 2. Ruta sintética general para la preparación de peptidomiméticos.

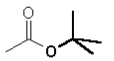
3.1. Protección de grupos funcionales

En el caso de los ácidos carboxílicos, la protección más habitual consiste en formar ésteres bencílicos, metílicos o *tert*-butílicos (**Tabla 1a**). El grupo bencílico es el más utilizado al ser estable en un amplio rango de pH y temperaturas, pudiendo eliminarse fácilmente mediante reacciones de hidrogenación catalítica.[9] En el caso de las aminas, los carbamatos y las amidas son los grupos protectores más utilizados. La mayor estabilidad de los carbamatos de *tert*-butil o 9-fluoroenil a diferentes temperaturas y pH, así como ante la mayoría de nucleófilos, electrófilos, reductores y oxidantes; unido a su fácil eliminación mediante hidrólisis ácida o empleando sales de flúor, hace que estos grupos protectores sean los más habituales en la protección de aminas (**Tabla 1**).[9]

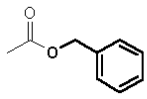
Tabla 1. Grupos protectores más comunes de ácidos carboxílicos (**a**) y aminas (**b**) y su estabilidad.

a)

H_2O:	pH < 1, 100°C	pH = 1, RT	pH = 4, RT	pH = 9, RT	pH = 12, RT	pH > 12, 100°C
Bases:	LDA	NEt_3, Py	t-BuOK	Others:	DCC	$SOCl_2$
Nucleophiles:	RLi	RMgX	RCuLi	Enolates	NH_3, RNH_2	$NaOCH_3$
Electrophiles:	RCOCl	RCHO	CH_3I	Others:	$:CCl_2$	Bu_3SnH
Reduction:	H_2 / Ni	H_2 / Rh	Zn / HCl	Na / NH_3	$LiAlH_4$	$NaBH_4$
Oxidation:	$KMnO_4$	OsO_4	CrO_3 / Py	RCOOOH	I_2, Br_2, Cl_2	MnO_2 / CH_2Cl_2

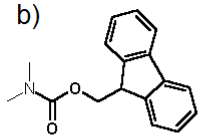


H_2O:	pH < 1, 100°C	pH = 1, RT	pH = 4, RT	pH = 9, RT	pH = 12, RT	pH > 12, 100°C
Bases:	LDA	NEt_3, Py	t-BuOK	Others:	DCC	$SOCl_2$
Nucleophiles:	RLi	RMgX	RCuLi	Enolates	NH_3, RNH_2	$NaOCH_3$
Electrophiles:	RCOCl	RCHO	CH_3I	Others:	$:CCl_2$	Bu_3SnH
Reduction:	H_2 / Ni	H_2 / Rh	Zn / HCl	Na / NH_3	$LiAlH_4$	$NaBH_4$
Oxidation:	$KMnO_4$	OsO_4	CrO_3 / Py	RCOOOH	I_2, Br_2, Cl_2	MnO_2 / CH_2Cl_2

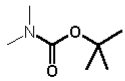


H_2O:	pH < 1, 100°C	pH = 1, RT	pH = 4, RT	pH = 9, RT	pH = 12, RT	pH > 12, 100°C
Bases:	LDA	NEt_3, Py	t-BuOK	Others:	DCC	$SOCl_2$
Nucleophiles:	RLi	RMgX	RCuLi	Enolates	NH_3, RNH_2	$NaOCH_3$
Electrophiles:	RCOCl	RCHO	CH_3I	Others:	$:CCl_2$	Bu_3SnH
Reduction:	H_2 / Ni	H_2 / Rh	Zn / HCl	Na / NH_3	$LiAlH_4$	$NaBH_4$
Oxidation:	$KMnO_4$	OsO_4	CrO_3 / Py	RCOOOH	I_2, Br_2, Cl_2	MnO_2 / CH_2Cl_2

b)



H_2O:	pH < 1, 100°C	pH = 1, RT	pH = 4, RT	pH = 9, RT	pH = 12, RT	pH > 12, 100°C
Bases:	LDA	NEt_3, Py	t-BuOK	Others:	DCC	$SOCl_2$
Nucleophiles:	RLi	RMgX	RCuLi	Enolates	NH_3, RNH_2	$NaOCH_3$
Electrophiles:	RCOCl	RCHO	CH_3I	Others:	$:CCl_2$	Bu_3SnH
Reduction:	H_2 / Ni	H_2 / Rh	Zn / HCl	Na / NH_3	$LiAlH_4$	$NaBH_4$
Oxidation:	$KMnO_4$	OsO_4	CrO_3 / Py	RCOOOH	I_2, Br_2, Cl_2	MnO_2/CH_2Cl_2



H_2O:	pH < 1, 100°C	pH = 1, RT	pH = 4, RT	pH = 9, RT	pH = 12, RT	pH > 12, 100°C
Bases:	LDA	NEt_3, Py	t-BuOK	Others:	DCC	$SOCl_2$
Nucleophiles:	RLi	RMgX	RCuLi	Enolates	NH_3, RNH_2	$NaOCH_3$
Electrophiles:	RCOCl	RCHO	CH_3I	Others:	$:CCl_2$	Bu_3SnH
Reduction:	H_2 / Ni	H_2 / Rh	Zn / HCl	Na / NH_3	$LiAlH_4$	$NaBH_4$
Oxidation:	$KMnO_4$	OsO_4	CrO_3 / Py	RCOOOH	I_2, Br_2, Cl_2	MnO_2 / CH_2Cl_2

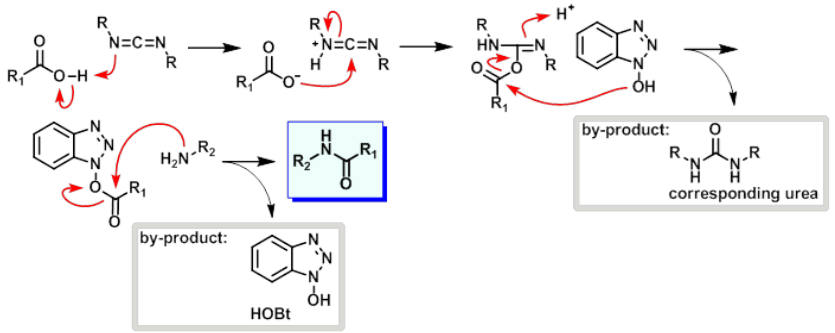
Protecting group is stable under these conditions
Protecting group is moderately stable / might react
Protecting group is labile

3.2. Formación de nuevos enlaces peptídicos

La unión de los fragmentos que integran los peptidomiméticos diseñados se lleva a cabo mediante la formación de enlaces amida al hacer reaccionar aminas y ácidos carboxílicos. Sin embargo, es necesario el uso de agentes de acoplamiento para favorecer estas reacciones. En general, la labor de este tipo de compuestos consiste en aumentar la electrofilia del grupo carboxílico y en hacer del grupo –OH del ácido en un mejor grupo saliente.[8]

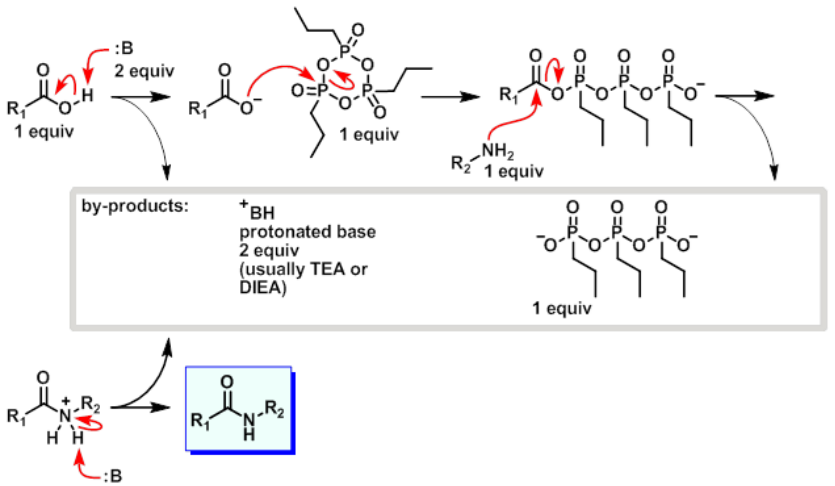
Aunque en la bibliografía hay descritos una gran variedad de agentes de acoplamiento, es difícil llevar a cabo una comparación entre ellos ya que los sustratos utilizados afectan al resultado final. Además, la elección del agente de acoplamiento adecuado para una amidación se hace más compleja si se considera que se trabaja con sustratos quirales y que puede tener lugar una epimerización durante dicha reacción. Los *hits* miméticos de Smac/Diablo que se han diseñado en este trabajo poseen varios centros estereogénicos, por lo que este último aspecto es muy importante.

Las carbodiimidas son una familia de agentes de acoplamiento muy utilizados. Dentro de éstas destaca la *N,N'*-diciclohexil carbodiimida (DCC), que empleándose junto con derivados del 1*H*-triazol minimiza la epimerización, obteniéndose purezas enantioméricas superiores al 95% (**Esquema 3**).[8]



Esquema 3. Mecanismo de amidación con DCC y un auxiliar derivado de 1*H*-triazol (HOBt).[11]

Además de las carbodiimidas, otro agente amidante que está empleándose actualmente por diversas farmacéuticas, al alcanzarse elevados rendimientos químicos con una mínima epimerización, es anhídrido del ácido propanofosfónico (T3P). Esta especie no solo permite realizar la amidación de un modo más sencillo, incluso a gran escala, sino que genera productos más puros y los subproductos son fáciles de eliminar (**Esquema 4**).[10]



Esquema 4. Mecanismo de amidación con T3P.[11]

En conclusión, para la síntesis de los nuevos *hits* diseñados para el tratamiento de SQCLC es necesaria la elección de grupos protectores adecuados y agentes de acoplamiento adecuados, para conseguir formar enlaces amida de forma eficaz, con alto rendimiento químico y buen control de la esterequímica del proceso. Alcanzado un equilibrio entre dichos factores será posible realizar la síntesis de los nuevos peptidomiméticos de Smac/Diablo que permitirán evaluar su potencial real como fármacos y validar la Survivina como nueva diana terapéutica de SQCLC.

REFERENCIAS

[1] *Global Cancer Facts & Figures.* Atlanta: American Cancer Society, **2015** (3rd Ed.).

[2] Farreras, V. P., Rozman, C. *Medicina interna*. Elsevier, **2016** (18ª Ed.).

[3] *Non-small cell lung cancer detailed guide*. American Cancer Society, **2016**.

[4] a) Johnson, M. E.; Howerth, E. W. *Vet. Pathol,* **2004**, *41*, 599-607. b) Verughese, R. K.; Torp, S. H. *Oncology Letters*, **2016**, *12*, 1679-1686. c) Garg, H.; Suri, P.; Gupta, J. C.; Talwar, G. P.; Dubey, S. *Cancer Cell Int*. **2016**, *16*, 49.

[5] Protein Data Bank: http://www.rcsb.org/pdb/ngl/ngl.do?pdbid=3UIH. Ultimo acceso: noviembre 2016.

[6] Shi, Y. *Nature Structure Biology*, **2001**, *8*, 394-401.

[7] Reed, B. J.; Andersen, T.; Mc Dowal, O. M. *PLOS Comput. Bio*., **2012**, *8*, 1-5.

[8] Valeur, E.; Bradley, M. *Chem. Soc. Rev.*, **2009**,*38*, 606-631.

[9] Wuts, P. G. M. *Protective Groups in Organic Synthesis*. Wiley-Interscience, **2014** (5th Ed).

[10] Dunetz, J. R.; Xiang, Y.; Baldwin, A.; Ringling, J. *Org. Lett.* **2011**, *13*, 5048-5051.

[11] Mecanismos de amidación con DCC y T3P: http://www.commonorganicchemistry.com/Rxn_Pages/Amine_to_Amide_Coupling/Amine_to_Amide_Coupling_Index.htm. Último acceso: noviembre 2016

CONTROL DE LA QUIMIOSELECTIVIDAD EN LA SÍNTESIS DE HETEROCICLOS NITROGENADOS

Pablo Peña Calleja*, María García Valverde, Pablo Pertejo, Roberto Quesada
Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos

RESUMEN

Dos familias de heterociclos nitrogenados, oxazolonas e hidantoinas, han sido sintetizadas a través de una secuencia Ugi/ciclación intramolecular partiendo de reactivos similares, como ácidos trihalocarboxílicos y arilglioxales. La utilización de éstos últimos da lugar a un equilibrio tautomérico en los aductos Ugi, siendo la naturaleza del tautómero mayoritario la que gobierna la quimioselectividad de la ciclación está gobernada por la naturaleza del tautómero mayoritario debido a la utilización de arilglioxales como reactivos de partida.

Palabras clave: Oxazolona, Hidantoína, Tautomería, Quimioselectividad

ABSTRACT

Two families of nitrogen-based heterocycles, oxazolones and hydantoins, have been synthesized through a sequence Ugi/intramolecular ciclyzation. The chemoselectivity of the cyclization is governed by the nature of the major tautomer present in the Ugi adduct due to the employment of arylglioxals as starting materials.

Keywords: Oxazolone, Hydantoin, Tautomery, Chemoselectivity

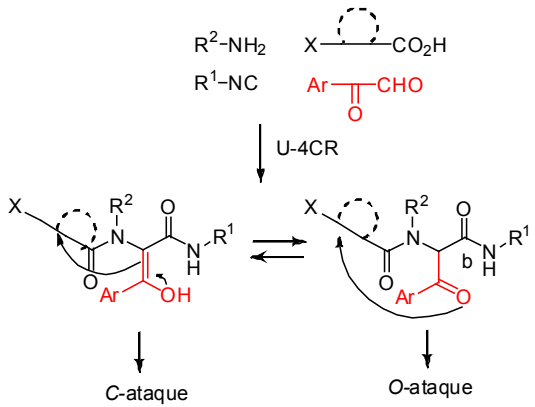
1. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos de la química orgánica es la búsqueda de nuevos sistemas con actividad biológica y la optimización de su síntesis. Los métodos de síntesis lineales convencionales suelen requerir un número de etapas elevado y el uso de procedimientos complejos. Una alternativa es el empleo de reacciones multicomponente dado que permiten sintetizar compuestos en menos etapas, siguiendo una metodología normalmente sencilla y fácilmente escalable, y generando además menor cantidad de residuos que las síntesis convencionales.[1]

Nuestro grupo de investigación lleva años desarrollando síntesis sencillas que permitan la formación de heterociclos nitrogenados siguiendo la estrategia Ugi/ciclación intramolecular. La reacción de Ugi permite incluir varios puntos de diversidad en los sustratos de partida y generar pequeñas librerías de compuestos. El empleo de sustratos doblemente funcionalizados, que no obstaculicen la reacción de Ugi, incrementan enormemente las posibilidades sintéticas de esta metodología al poder llevar a cabo reacciones posteriores adicionales. De esta manera, eligiendo los reactivos de partida adecuados, breves rutas sintética han permitido la obtención, con elevados rendimientos químicos y alta eficiencia atómica, de un gran número de heterociclos con

potenciales propiedades farmacológicas tales como benzodiazepinas,[2] oxazolonas,[3] pirazinas,[4] hidantoinas,[5] imidazolinas,[6] benzimidazol-quinoxalinonas,[7] piperazinas,[8]...

Un aspecto muy poco estudiado en las reacciones de post-condensación, es la importancia de la tautomería presente sobre el aducto Ugi al utilizar arilglioxales como reactivos de partida, al poder actuar como nucleófilo en dos posiciones, el carbono en el enol o el oxígeno en la cetona (Esquema 1).



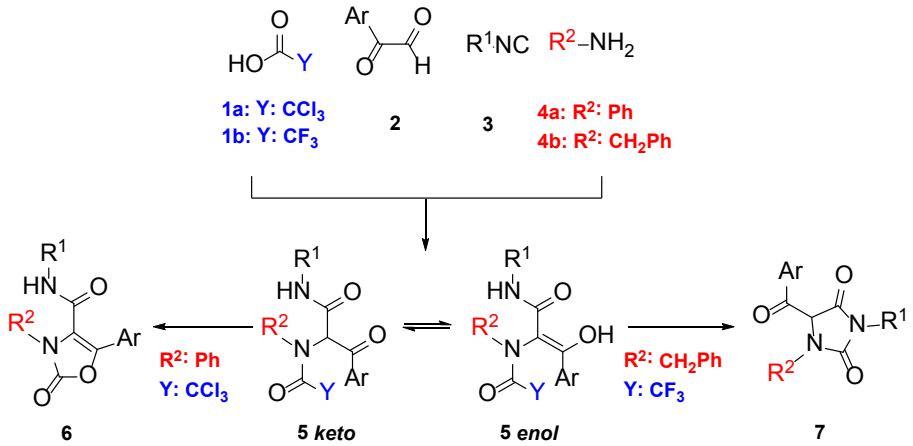
Esquema 1. Posibilidades sintéticas del aducto Ugi al utilizar arilglioxales como productos de partida

En este trabajo se presenta el método desarrollado para la síntesis dos familias de heterociclos con interés en la industria farmacéutica - oxazolonas e hidantoínas - controlando la quimioselectividad de la ciclación a partir del control del equilibrio tautomérico presente en el aducto Ugi. Además se plantean los posibles mecanismos de reacción que conducen a uno u otro resultado utilizando para ello cálculos teóricos.

2. RESULTADOS EXPERIMENTALES EN LA SÍNTESIS DE HIDANTOINAS

En nuestro grupo de trabajo se ha llevado a cabo la síntesis de 2(3H)-oxazolon-4-carboxamidas **6** en una secuencia Ugi/ciclación intramolecular en un solo paso, al utilizar como productos de partida arilglioxales **2**, aminas aromáticas **4a**, isonitrilos **3** y el ácido tricloroacético **1a** en diclorometano. En este caso el aducto Ugi **5** no se aisla, sino que tiene lugar la ciclación intramolecular de forma espontánea, lo que conduce a las oxazolonas **6**.[3] Afortunadamente, al emplear metanol como disolvente, en uno de los casos se aisló el aducto Ugi que fue identificado por ^{1}HRMN como el tautómero carbonílico **5** ***keto***. Éste, tratado en una reacción posterior con una base dio lugar a la formación de la correspondiente oxazolona **6** (Esquema 2).[5]

Al llevar a cabo una reacción análoga a la descrita anteriormente, pero utilizando el ácido trifluoroacético **1b** en sustitución del ácido tricloroacético **1a** y bencilaminas **4b** como amina en metanol, no se obtuvo en ningún caso el producto de ciclación sino el aducto Ugi. Sorprendentemente, en este caso dichos aductos se encontraron exclusivamente en su forma enólica **5** ***enol***. Un tratamiento posterior de estos aductos en medio básico no dio lugar a la oxazolona **6** esperada sino a un isómero, la 5-acilhidantoina **7** (Esquema 2).



Esquema 2. Secuencias Ugi/ciclación al utilizar arilglioxales y ácidos trihaloacéticos como sustratos de partida

Estos resultados nos hacen pensar que el resultado en la ciclación está ligado a la naturaleza del tautómero mayoritario en el aducto Ugi, y éste a su vez parece estar muy influenciado por las características del ácido trihalocarboxílico y de la amina utilizados como productos de partidas. Por ello, para determinar la influencia de éstos en el resultado final se han llevado a cabo estudios teóricos por métodos DFT (B3LYP/6-31G**) utilizando Gaussian 09.[9]

3. ESTUDIO TEÓRICO DE LOS MECANISMOS DE REACCIÓN

Al llevar a cabo un estudio de estabilidad entre los tautómeros en el aducto Ugi se observa que tanto la amina como el ácido trihaloacético empleados tienen una gran influencia en dicho equilibrio (Figura 1). Así, si se mantiene el ácido y se modifica la naturaleza dela amina, se observa que al utilizar la amina aromática (**4a**) el tautómero más estable es el carbonílico **5a *keto*** (calculados en metanol como disolvente), lo que coincide con lo observado experimentalmente, mientras que para el derivado de la amina bencílica (**5b**) la forma más estable es la enólica **5b enol**. Por otro lado, al utilizar el ácido trifluoroacético en lugar del tricloroacético, aunque se mantiene la misma tendencia (forma ceto en las anilinas y forma enólica en las bencilaminas), el equilibrio se desplaza hacia la forma enólica.

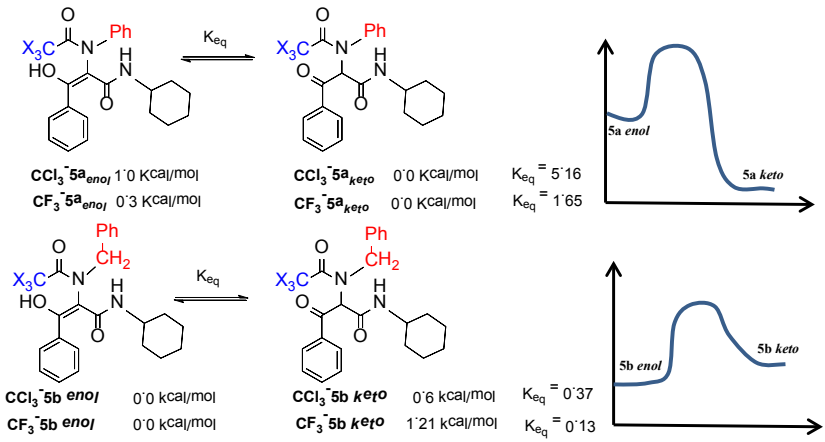
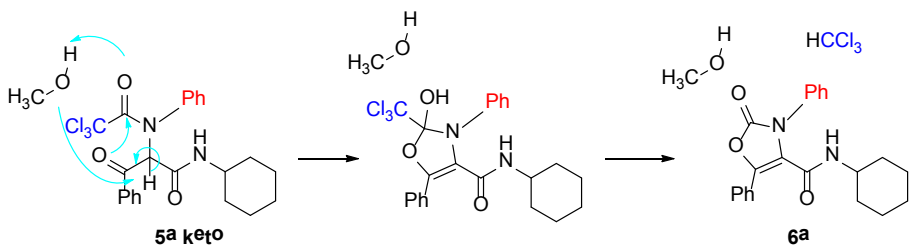


Figura 1. Perfiles de energía entre tautómeros de aductos Ugi **5a** y **5b**

De acuerdo con esto, la situación más favorable para favorecer el tautómero carbonílico resultaría de combinar el ácido tricloroacético con aminas aromáticas, y para el tautómero enólico la combinación del ácido trifluoroacético y aminas bencílicas. Lo que está de acuerdo con el resultado experimental.

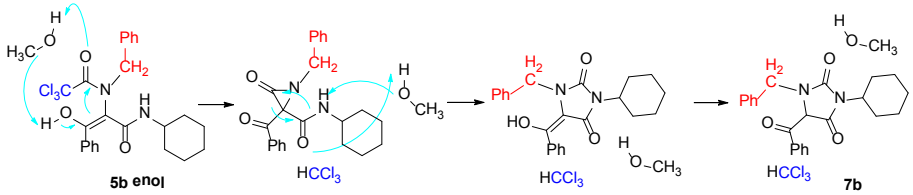
Experimentalmente se demuestra, además, que cada una de los tautómeros origina en la ciclación productos diferentes. Por ello, se proponen dos mecanismos de reacción para explicar esa diferente quimioselectividad, mecanismos estudiados por cálculos teóricos.

En el caso de la formación de la oxazolonas **6**, favorecida a partir del tautómero carbonílico, la reacción comenzaría por el ataque intramolecular del grupo carbonilo proveniente del arilglioxal sobre el carbono carboxílico unido al grupo CCl_3. El resultado final es una *o*-acilación en la que el grupo CCl_3 ha sido desplazado (Esquema 3).



Esquema 3. Ciclación de **5a** ***keto*** a 2(3H)-oxazolon-4-carboxamida **6a**

En el caso de la formación de las hidantoínas la reacción comenzaría por una *C*-acilación favorecido por el ataque del carbono nucleófilo del enol sobre el grupo carboxílico de la trifluoroamida, generándose así una lactama muy tensionada de tres eslabones. La reactividad de este intermedio favorecería el ataque intramolecular del nitrógeno proveniente del isonitrilo, con expansión del anillo, hasta el sistema de hidantoína **7b** (Esquema 4).



Esquema 4. Ciclación de **5b** ***enol*** a 5-acil hidantoína **7b**

En este trabajo se han puesto a punto dos metodologías sintéticas análogas de quimioselectividad complementaria para la síntesis de dos familias de heterociclos, 4-carboxamidaoxazolonas y 5-acilhidantoínas. Además se ha llevado a cabo un estudio teórico para explicar los resultados experimentales.

REFERENCIAS

[1] *Multicomponent Reactions,* Zhu, J.; Bienaymé, H., Ed.; **2005**, Wiley-VCH.

[2] 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.

[3] García-Valverde, M.; Macho, S.; Marcaccini, S.; Rodríguez, T.; Rojo, J.; Torroba, T. *Synlett* **2008**, 33.

[4] Faggi, C.; García-Valverde, M.; Marcaccini, S.; Pepino, R.; Poza, M. C. *Synthesis* **2003**, 1553.

[5] Ignacio, J. M.; Macho, S.; Marcaccini, S.; Pepino, R.; Torroba, T. *Synlett*, **2005**, 3051.

[6] Welsch, S. J.; Umkehrer, M.; Kalinski, C.; Ross, G.; Burdack, C.; Kolb, J.; Wild, M.; Ehrlich, A.; Wessjohann L. A. *Tetrahedron Letters* **2015**, *56*, 1025.

[7] Chen, Z. Z.; Zhang, J.; Tang, D. Y.; Xu, Z. G. *Tetrahedron Letters* **2014**, *55*, 2742.

[8] Jida, M.; Soueidan, M.; Willand, N.; Agbossou-Niedercorn, F.; Pelinski, L.; Laconde, G.; Deprez-Poulain, R.; Deprez, B. *Tetrahedron Letters* **2011**, *52*, 1705.

[9] Frisch, M. J.; Trucks, G. W. et al., GAUSSIAN 09 programpackage, Gaussian, Inc., Wallingford CT, 2009

SÍNTESIS, CARACTERIZACIÓN Y MORFOLOGÍA DE NUEVOS DERIVADOS BASADOS EN EL PERILENO DIIMIDAS

Daisy Romero-Velásquez[1], Tomás Torroba[1]
[1]*Departamento de Química, Universidad de Burgos, España*

RESUMEN

Se ha diseñado y sintetizado tres nuevos derivados basados en el perileno diimida. Los compuestos han sido caracterizados por resonancia magnética nuclear de protón y carbono, espectrocopia de infrarrojos y masas. Estos presentan en su estructura la formación de nanopartículas y nanofibras la estructura altamente ordenada de las nanopartículas presentes en las superficies multicromoforica pueden conducir a aplicaciones como materiales electro-o-fotoactivo donde tales partículas se pueden abordar individualmente.

Palabras clave: perilenos diimida, síntesis, fotoquímica, nanopartículas.

1. INTRODUCCIÓN

Los perilenos diimidas (PDI) representan una clase de cromoforos aromáticos con una serie de propiedades interesantes. Desde la industria se encuentra amplias aplicaciones como pigmentos de alto rendimiento debido a sus propiedades optoelectricas y electroquímicas [1]. Por lo tanto, representan componentes integrales en dispositivos fotovoltaicos, sensores, entre otros. Estos compuestos también han sido ampliamente estudiados para propósitos bioquímicos y farmacológicos porque son considerados como potenciales fármacos antitumorales en calidad de inhibidores de la telomelasa [2,3]. Los derivados del PDI presentan una estructura altamente ordenada debido a las fuertes interacciones π-π entre los anillos planos del PDI. Recientes estudios muestran la presencia de nanoparticulas en derivados del PDI que podrían extrapolar las propiedades optoelectricas y electroquímicas a nivel nanomolecular [4].

En este trabajo, se reporta la síntesis y caracterización de una nueva familia de compuestos derivados del PDI. Los comportamientos de agregación de estos compuestos en solución son investigados por la absorción en estado estacionario y espectros de fluorescencia, la morfología se examinó por microscopía de fuerza atómica (AFM).

2. RESULTADOS

2.1. Síntesis de los nuevos derivados del PDI

La ruta de síntesis y estructura de los nuevos derivados del PDI se muestra en la Fig. 1. El **compuesto 1** fue obtenido colocando en un vial de microonda ácido 1,7 dibromoperileno-3,4:9,10-tetracarboxil dianhidrido (0.7 mmol, 0.40 g) y 1,4-diazabicyclo[2.2.2]octane (DABCO; 0.7 mmol, 0.08g) en un vial de microondas para 20 ml provisto de agitador magnético, se tapa con un septum y se hace vacío-N_2 tres veces. A continuación, se añaden 20 ml de dimetilformamida (DMF) anhidra con una jeringa y después se

introduce la 4-amino-1-bocpiperidina (1.45 mmol, 0.29 g). Una vez preparada la reacción, se sella con un septum y se mete el vial en el aparato de ultrasonidos durante 10 min. Se ajustan los parámetros del microondas, 60 minutos a 110 ºC. Transcurrido ese tiempo, la reacción ha alcanzado la máxima conversión. El solvente fue eliminado bajo presión reducida. El compuesto obtenido se separa mediante columna cromatográfica. Se empaqueto la columna en diclorometano (DCM) y se eluyo polarizando con acetonitrilo (MeCN) hasta una polaridad máxima de 15%. Se obtiene un sólido naranja con un 58% de rendimiento (0.35g, 0.38 mmol). **El Compuesto 2** fue sintetizado realizando vacio-N_2 tres veces sobre el compuesto 1, luego se añade Tol-n-but-H_2O, después se agrega una punta de espátula de $Pd(PPh_3)_4$ se agito por 5 min, por último, se añade carbonato de cesio (CsCO3; 0.82 mmol, 0.27g) y 2-[4-(N-Boc)piperazin-1-yl]pyrimidine-5-boronic acid (0.56 mmol, 0.22g). La reacción se mantuvo a reflujo a 95 ºC por 24 horas (h) la solución pasa de una coloración roja a negra. El solvente fue eliminado a presión reducida. El compuesto fue purificado mediante columna cromatográfica, se empaqueto con DCM y se eluyo polarizando con MeCN hasta una polaridad máxima de 20%. Se obtiene un sólido morado con un 73% de rendimiento (0.35g, 0.38 mmol). El **compuesto 3 y 4** fue adquirido por reacción fotoquímica mediante la disolución del compuesto 2 (0.04 mmol, 0.05) en DCM (60 ml) y posterior irradiación con luz ultravioleta por 7h asegurándose de la conversión de los productos mediante cromatografía de capa fina. El solvente fue eliminado a presión reducida y los compuestos purificados mediante columna cromatográfica, se empaqueto con DCM y se eluyo polarizando con MeCN hasta una polaridad máxima de 20%. Se obtiene un sólido morado y vino tinto con fluorescencia roja ambas y con un 50% y 38 % de rendimiento (0.024g; 0.018 mmol y 0.018g, 0.014 mmol) respectivamente.

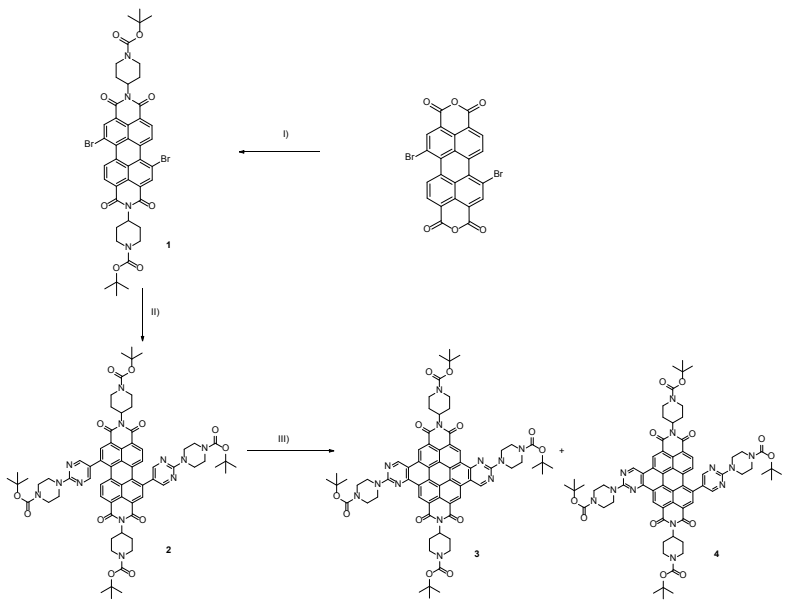


Figura 1. Sintesis de la nueva familia de los derivados de perilenos diaminas. Condiciones I) DMF, DABCO,4-amino-1-pipedina, MW 1 h, 110ºC, 58%. II) CsCO3, $Pd(PPh_3)_4$, 2-[4-(N-Boc)piperazin-1-yl]pyrimidine-5-boronic acid, reflux 24H, 95ºC, 73%. III) DCM, *hv*, 7h. 38% y 50%.

2.2. Caracterización

Los compuestos obtenidos fueron caracterizados usando métodos estructurales: infrarrojo (IR), resonancia magnética nuclear (RMN) y espectrometría de masa (SM) y por mediciones fotofísicas como son la espectroscopia de emisión y absorbancia (UV-vis).

Compuesto 2. IR (KBr) ν / cm-1: 2974.66, 2925.48, 2859.92, 1698.98, 1661.37, 1588.09, 1511.92, 1453.10, 1415.49, 1394.28, 1363.43, 1342.92, 1245.79, 1169.62, 996.05, 947.89, 861.06, 811.89, 760.78, 715.46. **1H RMN** (CDCl3, 300 MHz) δ (ppm): 8.51-8.50 (d, 6H), 831-8.28 (d, 2H), 8.12-8.10 (d, 2H), 5.18 (m, 2H), 4.32 (m, 4H), 3.92 (s, 8H), 3.56 (s,8H), 2.87-2.75 (m, 8H), 1.71-1.67 (d, 4H), 1.52-1.50 (d, 36H). **13C RMN** (CDCl3, 400 MHz) δ (ppm): 163.50, 163.43, 160.61, 157.90, 154.79, 154.68, 134.92, 134.81, 132.26, 129.44, 129.23, 127.94, 124.16, 123.07, 123.02, 122.36, 79.76, 52.03, 28.46, 28.42, 28.19. **SM** (MALDI) m/z: $[M]^-$ 1280.5937 reportado, 1280.6013 calculado.

Compuesto 3. **IR (KBr)** ν / cm-1: 2971.77, 2926.45, 2853.17, 1696.09, 1658.48, 1591.95, 1560.13, 1514.81, 1455.99, 1421.28, 1365.35, 1341.18, 1302.62, 1242.90, 1173.47, 1110.80, 989.30, 946.88, 863.95, 808.02, 762.71. **1H RMN** (CDCl3, 300 MHz) δ (ppm): 9.41 (m, 4H), 8.43 (m, 2H), 5.35 (m, 2H), 4.57, (s, 4H), 3.99-365 (m, 16H) 3.08-2.97 (m, 8H), 2.16, (d, 4H), 1.65-1.60 (d, 36H). **13C RMN** (CDCl3, 400 MHz) δ(ppm):164.62, 164.18, 163.33, 154.71, 154.55, 154.54, 133.54, 132.53, 132.04, 127.68, 124.94, 124.60, 124.30, 80.38, 79.89, 43.78, 31.92, 29.76, 28.67, 28.57, 22.71, 14.13. **SM** (MALDI) m/z: [M]- 1276.5751 reportado, 1276.5700 calculado.

Compuesto 4. IR (KBr) ν / cm-1: 2971.77, 2930.31, 2857.02, 1699.94, 1661.37, 1598.70, 1577.49, 1514.81, 1452.14, 1417.42, 1365.35, 1341.25, 1246.75, 1166.72, 996.05, 940.13, 863.95, 810.92, 762.71. **1H RMN** (CDCl3, 300 MHz) δ (ppm): 9.35 (s, 3H), 8.51 (s, 3H), 8.35 (s, 2H), 5.26 (m, 2H), 4.45 (s, 4H), 4.04 (s, 8H), 3.68 (s, 4H), 3.03-2.85 (m, 8H), 1.96 (d, 4H), 1.59-1.56 (d, 36H). **13C RMN** (CDCl3, 400 MHz) δ (ppm): 163.72, 163.51, 163.23, 162.89, 160.91, 158.95, 157.47, 154.84, 154.80, 154.73, 135.37 135.34, 135.32, 135.17, 132.35, 132.32, 131.68, 131.62, 128.97, 127.44, 126.88, 126.86, 125.18, 124.55, 123.61, 121.68, 121.15, 121.09, 80.34, 80.16, 79.76, 79.70, 52.63, 52.49, 43.88, 43.79, 28.59, 28.55, 28.48. **SM** (MALDI) m/z: $[M]^-$ 1278.5905 reportado, 1278.5857 calculado.

2.3. Propiedades de absorción y emisión para los nuevos derivados

La Fig. 2 muestra el estudio con diferentes solventes variando la polaridad a una concentración de $1*10^{-5}$ M usando espectroscopia de absorción y emisión. Como se muestra, los derivados son solubles en solventes orgánicos. En el compuesto 2 presenta dos bandas de absorción alrededor de 430 y 583 nm (Fig. 2A), mientras que en el compuesto 3, las bandas se encuentran en 444 y 570 nm (Fig. 2C). Para el compuesto 4 se muestran en 424 y 450 nm (Fig. 2E). Las bandas señaladas corresponden a la transición vibracional S_0-S_1. Los resultados muestran que los derivados exhiben amplia absorción sobre la región visible por lo que es deseable para aplicaciones fotovoltaicas [5].

En los espectros de fluorescencia se pueden observar en las Fig. 2B, 2D y 2F. El desplazamiento batocrómico del solvente menos polar al más polar es aproxima-

damente 10 nm para los compuestos 2 y 3. Esto sugiere que el estado excitado es ligeramente más polar en la naturaleza que el estado fundamental [5].

2.4. Morfología

Para conocer las estructuras de los agregados que forman los derivados del PDI se registraron imágenes por AFM usando el modo tapping. Se prepararon soluciones a concentraciones de 0.1 µg/ml disueltas cloroformo. Los agregados fueron trasferidos a placas de mica.

En la Fig 3. Se muestra como los derivados están formados por nanopartículas esféricas y nanofibras de diferentes tamaños con un diámetro principal entre 2-20 nm para el compuesto 2. Para el compuesto 3 y 4 se observa la presencia de nanopartículas esféricas de 2-30 nm y nanofibras de hasta 3 nm de alto y 4 µm de longitud.

La disposición definida de los cromóforos y la estructura altamente ordenada de las nanopartículas presentes en las superficies multicromoforica pueden conducir a aplicaciones como materiales electro-o- fotoactivo donde tales partículas se pueden abordar individualmente.

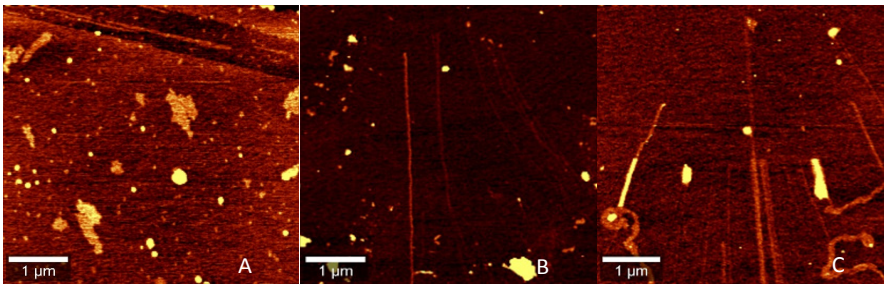


Figura 2. Imágenes de AFM de los compuesto 2 (A), 3 (B) y 4(C).

3. CONCLUSIONES

Se ha diseñado y sintetizado tres nuevos derivados de perilenos diimidas y caracterizados usando RMN, espectroscopia infrarroja y espectrometría de masas. Estos presentan una buena solubilidad en solventes polares. Los estudios de AFM revelan la presencia de nanoparticulas en la estructuras de los derivados.

4. AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos por el financiamiento a el Ministerio de Economía y Competitividad, España, y a el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) (Project CTQ2015-71353-R), Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura y Fondo Social Europeo (Project BU051U16) y finalmente a el programa Erasmus Mundus SUD-UE (EMA2-STRAND 1, Lote 14) por la concesión de la beca pre-doctoral (SUDU 1301158).

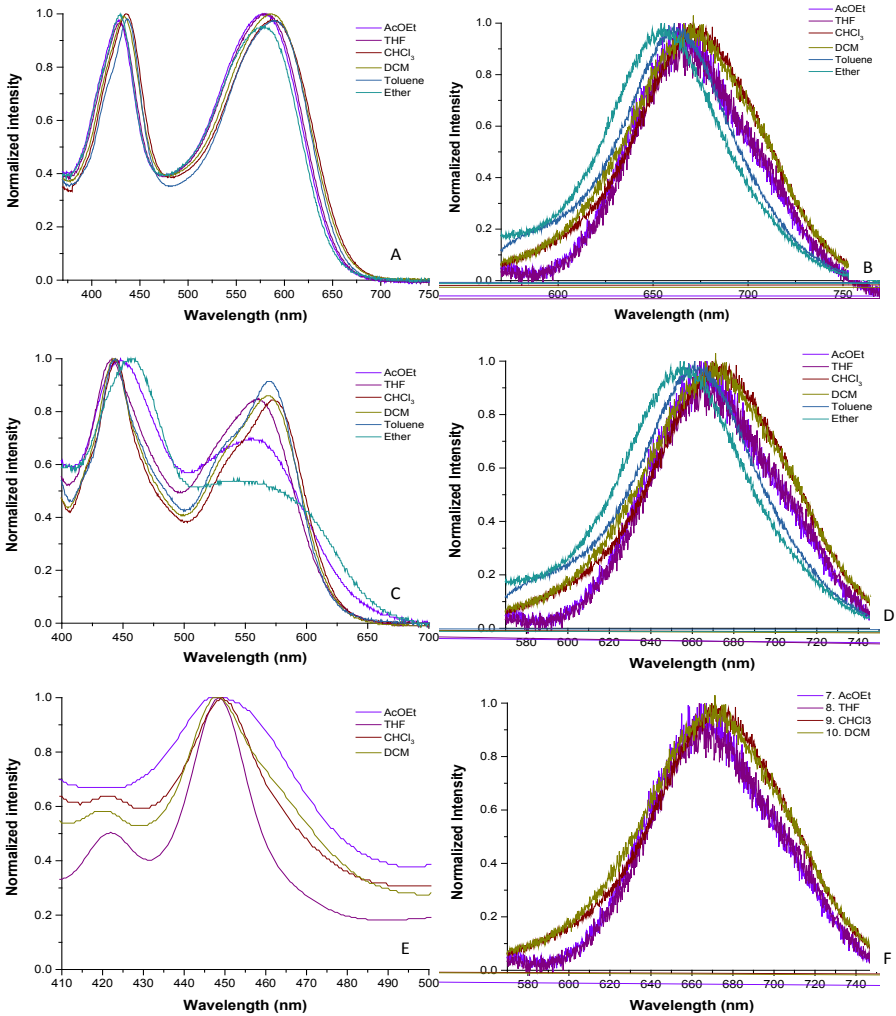


Figura 3. Espectros de absorción y emisión para los derivados del PDI en varios solventes de diferentes polaridades a una concentración de $1x10^{-5}$.

REFERENCIAS

[1] Wurthner, F., Schmidt, R. (2006). Chem. Phys. Chem. 7: 793.

[2] Fedoroff, O.Y., Salazar, M. Han, H. et al. (1998) Biochemistry 37: 12367.

[3] Han H., Cliff, C.L.,. Hurley L.H., (1999) Biochemistry 38: 6981

[4] Tkachenko, V., Di Girolamo, F. V., Chiarella, F., Cassinese, A., Abbate, G. (2012) Thin Solid Films 520: 2390–2394.

[5] E. Kavery, N. Nagarajan, G. Paramaguru, R. Renganathan Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy 146 (2015) 13–23

FILMES ORGÁNICOS COMO SENSORES DE SUSTANCIAS DE INTERÉS

Blanca Sol Pascual Portal[1]
[1]*Grupo de Polímeros Facultad de Ciencias, UBU*

RESUMEN

Sintetizamos membranas sólidas a partir de distintas sustancias comerciales de fácil adquisición, estas membranas son manejables y presentan buenas propiedades mecánicas. La capacidad sensora de estos materiales reside en las moléculas que les anclemos.

Actualmente estamos trabajando en unos filmes conductores de la electricidad cuya conductividad varía en función de la sustancia a la que son expuestos. Los filmes inicialmente son aislantes, pero tras sufrir una serie de procesos químicos se convierten en materiales conductores. Los procesos a los que sometemos al material se basan en reacciones en las que hacemos crecer cadenas de un polímero conductor que quedan químicamente ancladas al filme

Otra rama de la investigación se basa en la detección de sustancias oxidantes en fase gas a partir de los filmes antes mencionados

Palabras clave: Filmes, polímeros, conductores, detección.

1. FILMES ACRÍLICOS

Una de las líneas más importantes de trabajo se basa en la síntesis, estudio y caracterización de unos filmes[1] en forma de membranas sólidas que se caracterizan por presentar buenas propiedades mecánicas, así como estabilidad química y ambiental. Estas películas o filmes presentan una estructura tridimensional en la que las cadenas de polímero están unidas entre sí mediante puntos de entrecruzamiento. Podemos imaginar la estructura como una red polimérica en la que también existen cavidades.

Para familiarizarnos un poco más con la nomenclatura propia de esta rama de la química, entendemos como polímero, cualquier macromolécula formada por una serie de unidades repetitivas llamadas monómeros, estas unidades pueden ser todas iguales o diferentes.

Por otro lado estructuralmente podemos estar ante cadenas lineales o ramificadas, así como estructuras tridimensionales en forma de red entrecruzada o filme.

La composición química de estos filmes puede variar dependiendo de las propiedades físicas o químicas que se busquen, así que en ese sentido se pueden crear filmes a la carta.

Parte de mi trabajo doctoral toma como base estos materiales que ya se han ido estudiando y perfeccionando en el grupo de investigación, con anterioridad. Los

filmes sobre los que trabajo están compuestos por una serie de comonómeros comerciales como son:

- la N-vinilpirrolidona que aporta rigidez a la estructura así como hidrofilia, es decir afinidad por el agua, permitiendo el hinchamiento de los filmes en medios acuosos.
- el metacrilato de metilo que también aporta rigidez a la estructura final del filme.
- el dimetacrilato de etilenglicol que actúa como entrecruzante al unir las cadenas de polímero entre si produciendo la red tridimensional. El grado de entrecruzamiento que presenta un polímero es un parámetro clave que determina muchas de sus características tanto físicas como químicas.
- En el caso de los filmes conductores utilizamos un comonómero de síntesis propia al que llamaremos monómero gancho
- por ultimo como la polimerización es térmica, usamos un iniciador térmico, como es el AIBN.

Por lo tanto la investigación que se está llevando a cabo se divide en dos grandes líneas:

- Polímeros conductores
- Detección en fase gas

2. POLÍMEROS CONDUCTORES: REACCIONES DE POLIMERIZACIÓN SOBRE EL FILME

Sobre el filme anteriormente descrito, que además presenta el monómero gancho, se realizan una serie de reacciones de polimerización de un monómero comercial llamado anilina, obteniéndose así cadenas de polianilina[2], ancladas químicamente al filme.

Si repetimos el proceso de polimerización de la anilina, obtenemos cadenas más largas de polianilina. De esta manera el filme de partida cada vez está más enriquecido en polianilina

Lo interesante de este proceso es que la polianilina es un polímero conductor de la electricidad, por lo que con lo anteriormente descrito obtenemos filmes con propiedades conductoras muy interesantes.

3. DETECCIÓN EN FASE GAS

Paralelamente estamos estudiando métodos de detección de sustancias oxidantes en fase gas, trabajando también con filmes que en este caso carecen de lo que antes hemos llamado monómero gancho.

El objetivo de esta línea de investigación es obtener un sensor visual que avise de la presencia de compuestos oxidantes como pueden ser el peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) o perclorato de sodio (lejía)

Partimos de un material transparente e incoloro como son los filmes, que con un tratamiento químico previo, cambian de color al ser expuestos a los agentes oxidantes.

En concreto estamos hablando de la generación de polianilina cuyo color oscuro funciona muy bien como sensor. El grado de oscurecimiento nos permite saber la concentración del agente oxidante en el aire que hay en ese momento.

La calibración y cuantificación se realiza a partir de los parámetros RGB que presentan los filmes y un posterior tratamiento matemático de componentes principales.

REFERENCIAS

[1] S. Vallejos, A. Muñoz, S. Ibeas, F. Serna, F.C. García and J.M. García. *Journal of Materials Chemistry A* **2013**, 1, 15435-15441

[2] J. Stejskak, *Pure Appl. Chem.*, **2002**, Vol 74, No.5, pp. 857-867,

ISBN 978-84-16283-30-9

UNIVERSIDAD DE BURGOS
SERVICIO DE PUBLICACIONES E
IMAGEN INSTITUCIONAL