

BERESIT



COFRADÍA INTERNACIONAL DE INVESTIGADORES



2019

TOMO XIX

BERESIT

Diseño: Esperanza Pedraza

Cubierta: Grabado de Toledo, Braun y Hogember

Escudo: Fernando Aranda Alonso

Coordinación edición: M^a Teresa Fernández Talaya

Maquetación: Francisco Martínez Canales

© De los textos: los autores.

© De las ilustraciones: los autores

Edita: Cofradía Internacional de Investigadores.

Archivo Municipal. Plaza del Consistorio, 1
45002 Toledo.

Depósito Legal D.L. TO 271-2020

ISSN 213.9944

Impreso en Service Point, S.A.



BERESIT

TOLEDO

2019

Tomo XIX

SUMARIO

	<i><u>Págs.</u></i>
APERTURA DEL CURSO 2019-2020.....	9
RUIZ GUERRA, IGNACIO	
Turismo cultural caníbal: mitos y realidades.....	11
XIV JORNADA DE REFLEXIÓN TEOLÓGICA	
VÍA PULCHRITUDINIS EN EL DIÁLOGO DE LA	
TEOLOGÍA CON EL MUNDO.....	35
FERNÁNDEZ JIMÉNEZ, Francisco María	
El papel de la belleza en el Plan de Dios.....	37
GÓMEZ GÓMEZ, José María	
La poesía como vía de unión con Dios	45
ARANDA ALONSO, Fernando	
Dios en los confines de la materia.....	55
MANSO PORTO, Carmen	
Arte, color y música, en el	
Pórtico de la Gloria de la Catedral de Santiago.....	63
XIII JORNADA CIENTÍFICA	
CAMBIO CLIMÁTICO Y TENDENCIAS EN MOVILIDAD.	
COCHE ELÉCTRICO, HÍBRIDO E HIDRÓGENO.....	85

BALLESTEROS APARICIO Juan Carlos	
Cambio climático y tendencias en movilidad.	
coche eléctrico, híbrido e hidrógeno.....	87
 GONZÁLEZ DE POSADA, Francisco	
Cambio climático: aspectos astronómicos, físicos y químicos.....	91
 CASTRO LOBERA, Paloma	
Medida de los gases de efecto invernadero	
y su contribu-ción a la mitigación del cambio climático.....	105
 VILLA ALBARES, Javier de la,	
Acuerdos y políticas europeas, nacionales y autonómicas en movilidad.....	117
 FÚNEZ GUERRA, Carlos	
Movilidad eléctrica híbrida, pura y con hidrógeno.....	131
 CONCURSO PREMIOS TESIS DOCTORALES 2018 – 2019.....	145
 RESUMEN TESIS DOCTORAL	
RODRÍGUEZ GÓMEZ, Irene	
Influencia de los niveles de actividad física y condición física	
sobre la salud ósea en diferentes poblaciones especiales.....	147
 RESUMEN TESIS DOCTORAL	
FERNÁNDEZ LÓPEZ, Sara	
Drivers of innovation and eco-innovation: the role of mergers	
and acquisitions and open innovation strategies.....	171

APERTURA DEL CURSO 2019-2020

El 17 de noviembre de 2019 se celebró la Apertura de Curso en la Sala Capitular del Ayuntamiento de Toledo, lugar donde tiene la sede civil la Cofradía Internacional de Investigadores.

El acto fue presidido por el Concejal de Cultura, Educación y Patrimonio Histórico, D. Teodoro García Pérez, el Prioste 1º, D. Juan Carlos Ballesteros Aparicio y el Tesorero, D. Jesús Rodríguez Rodríguez. Asistieron autoridades religiosas, civiles y militares así como Cofradías y Asociaciones civiles y numeroso público.



En primer lugar el D. José María Gómez Gómez, Cofrade Escribano, dio lectura a la Memoria del curso 2018-2019.

D^a. María Teresa Fernández Talaya presentó al conferenciante D. Ignacio Ruiz Guerra que pronunció el discurso inaugural cuyo título fue «*Turismo cultural caníbal: mitos y realidades*».



D. José María Gómez Gómez, Cofrade Escribano,
durante la lectura de la Memoria del curso 2018-2019

Tras el discurso inaugural se hizo entrega a los nuevos Cofrades, que fueron investidos en la víspera del Corpus 2019, y se entregaron los premios a las dos tesis doctorales premiadas en el curso 2018-2019 cuyos resúmenes incluimos en esta publicación.

A continuación D. Fernando Aranda Alonso recibió la distinción honorífica de la Cofradía por su dedicación a la misma.



Entrega del escudo de la Cofradía realizado en cerámica de
Talavera a D. Fernando Aranda Alonso por su labor
en favor de la Cofradía durante tanto años.

**DISCURSO DE APERTURA DEL CURSO ACADÉMICO DE LA COFRADÍA
INTERNACIONAL DE INVESTIGADORES EN LA**

TURISMO CULTURAL CANÍBAL: MITOS Y REALIDADES

Ignacio Ruiz Guerra
Doctor en Economía
Licenciado en Humanidades

Conferencia pronunciada el 17 de noviembre de 2019
en la Sala Capitular del Ayuntamiento de Toledo.

RESUMEN:

Son múltiples las tipologías turísticas que podemos encontrar hoy en día. El turismo actual ha evolucionado no sólo por los gustos de las personas, sino también por la información de la que disponemos. La Organización Mundial de Turismo (OMT) preveía un crecimiento constante dando lugar a 1.800 millones de turistas en el año 2025, esa previsión se va a ver superada en el año 2020.

Es por ello tan importante hablar de estrategia turística, sobre todo en ciudades de carácter patrimonial, como Toledo. Una planificación adecuada, en la que los sellos de identidad de la ciudad se consolidan en todo el mundo a través de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), necesita también de herramientas para un correcto desarrollo.

La convivencia de la industria turística con los residentes es uno de los temas más conflictivos en la actualidad. La aversión hacia el turismo que llega, porque el residente ve que se pierde su raigambre con la ciudad, el barrio, su gente.

Las ciudades Patrimonio de la Humanidad están en riesgo ante una situación que puede ser irreversible, y para la que hay que tomar medidas. No se trata de prohibir, sino de regular. Las normativas proteccionistas y limitantes y las nuevas tasas recaudatorias no han traído mejoras: Lo importante: la población sigue dejando de vivir en los cascos históricos.

El sector se está transformando a gran velocidad, pero las ciudades no van a la par, lo que canibaliza sus señas de identidad. La “lowcostización” término acuñado en la literatura académica del área de conocimiento del turismo, así como la “disneyzación” de los destinos, son anglicismos que

representan, ciertamente, los riesgos que está corriendo el patrimonio cultural y las ciudades que lo conservan.

Los consumidores de productos y servicios turísticos viajan más, con menor duración de sus estancias a la búsqueda de la diferenciación y los lleva a vivir en un continuo viajar sin conocer, en un visitar, pero sin ver, en un invertir, pero sin gastar.

Hacen falta propuestas que enriquezcan el alma de ciudades y residentes que nunca han dejado de crecer en conjunto. Se han adecuado a cada momento y circunstancia, pero nunca lo han hecho de espaldas a sus ciudadanos. El turismo llegó para quedarse, y contribuir a mejorar la calidad de vida de los residentes.

INTRODUCCIÓN

Estimados representantes de las instituciones civiles, religiosas y militares presentes en la Sala Capitular del Ayuntamiento de Toledo, primero de todo quisiera mostrarles mi agradecimiento por su presencia en la sala y agradecimiento por la presentación a la Cofrade y Directora de Publicaciones de la Cofradía Internacional de Investigadores Santo Cristo de la Oliva, Teresa Fernández Talaya, compañera en mi andadura como miembro de la Junta Directiva durante una legislatura y amiga admirada por su labor incansable en pro de la investigación en el marco de las humanidades. Fue un momento como este en el que, como asistente a uno de tantos Actos de Inauguración del Curso, cuando me comprometí a trabajar duro e incansablemente para poder pertenecer a esta Cofradía. Fue, tras los muchos discursos de inauguración, cuando supe que hay muchos y muy eruditos miembros en esta que se dedican a la investigación y, además, lo transmiten con ilusión, apasionamiento y convicción por la labor que atestiguan sus palabras. Y fue, como en uno de esos momentos en los que uno se ve, y ahora ha de tratar de estar a la altura de esta sala, de aquellas personas y en este evento, con lo que todo ello representa.

Hace apenas unos meses, la junta directiva tuvo a bien abrir el espacio de la inauguración del curso a todos los miembros cofrades en activo, por lo que les traslado, como ya hice en su momento mi más sincera felicitación. Decisiones innovadoras que ayudan a la gestión transparente de un colectivo tan amplio, plural y rico como es el nuestro. Estas decisiones, les dije, son motivo constante de felicitación. Mi propuesta, para este momento llevaba por título “Turismo cultural caníbal: mitos y realidades” y les hice un pequeño esbozo de lo que a continuación les voy a tratar de presentar.

He de advertir que, aquella persona interesada en conocer las prácticas antropófagas de alguna cultura lejana, basada en experiencias antropológicas, aquí no las va a encontrar. Tampoco voy a hacer repaso de las costumbres caníbales que encontraron los exploradores españoles por los inhóspitos mares en la circunnavegación que llevaron a cabo y del que celebramos este año su centenario. Les vengo a presentar, desde el punto de vista del turismo, un proceso del que



Imágenes tomadas durante la conferencia de D. Ignacio Ruiz Guerra.



estamos siendo testigos o actores implicados. Es muy oportuno, además, porque ayer celebramos el aniversario de la firma de la Convención sobre Patrimonio Cultural y Natural en París en 1972 y de donde emanan las bases para desarrollar la protección cultural a nivel internacional. España es el tercer país en bienes declarados Patrimonio Mundial por la UNESCO.

Voy a presentar cómo el turismo cultural, ante el que todos los aquí presentes hemos caído en sus redes en alguna ocasión, está sugiriendo, mucha opinión fundada e infundada, ante una serie de circunstancias entre las que hay posiciones

demasiado enconadas. También hay mucho desconocimiento sobre la realidad de un sector, que no es sólo económico, sino también social.

Es de recibo conocer la gran importancia que tiene para la sociedad en diferentes planos como el social, el medioambiental, el de la empleabilidad, la conservación y cuidado de nuestro patrimonio, la transmisión y revitalización de nuestra cultura y tradiciones y tantos otros.

Es muy probable que ese desconocimiento que comentaba sea por responsabilidad del propio sector, no muy transparente en todos sus niveles, y con ello, causante de una pérdida de visión de conjunto sobre lo que verdaderamente es lo importante. A pesar de esto, el turismo es clasificado, comentado e incluso criticado únicamente desde su carácter económico, desconociéndose su dimensión espacial y social, así como el enorme poder de transformación del territorio.

Hoy son múltiples las tipologías turísticas, según los listados normalizados de la UNE se contabilizan hasta 53 tipologías turísticas. Definidas y diferenciadas unas de otras, segmentadas y caracterizadas, todas y cada una de ellas que nos hacen ver la riqueza, variedad y transversalidad que supone el sector de lo que se ha venido a llamar la industria turística.

El turismo ha evolucionado no sólo por los gustos de las personas, sino también, por la información de la que disponemos. Hoy, son muchas las prácticas turísticas y pocos los lugares a los que no se puede llegar para conocer, explorar y disfrutar como persona que pasa al menos una noche fuera de su lugar habitual de residencia por motivos de ocio, negocio y/o descanso.

La Organización Mundial de Turismo (OMT), único organismo de las Naciones Unidas (ONU) con sus servicios centrales sitos en España, preveía un crecimiento constante y sostenido que alcanzaría los 1.800 millones de turistas en el año 2025. Esa previsión, optimista donde las haya, se verá superada ya en el año 2020 (previsiones previas a la pandemia provocada por el coronavirus SARS-COV-2, comúnmente llamado COVID-19). El mundo camina mucho más deprisa de lo que esperábamos.

Este fenómeno, de constante crecimiento, ha necesitado de varios factores que han ayudado a que se pueda producir. Como son:

- Mejora en las redes de transporte, en la que el avión es el medio revolucionario del siglo XXI, porque cada día se llega más lejos, en menos tiempo y por menos dinero. Ya se ha hecho la prueba del primer avión de pasajeros que unirá Nueva York y Sidney en 19 horas, sin repostajes.
- Multiplicación de los servicios de alojamiento. Se había avanzado en la estandarización de los procesos de servicio de alojamiento, se ha apostado por la categorización de dichos servicios, y por la calidad para el descanso de los clientes, y a la vez, se ha producido una desprofesionalización de estos. Podremos pernoctar en cualquier localidad del mundo, ya sea un servicio regularizado, o no. Ahí tienen la proliferación de los apartamentos no

- regularizados durante años y creando una economía sumergida que se pretendía disminuir y, en cambio, ha crecido.
- Mejoramiento de las infraestructuras con las que se puede llegar, no con mucho esfuerzo físico a cualquier rincón del planeta. Las imágenes del Everest colapsado y masificado son ya un icono difícil de olvidar.

Y todo ello es por la búsqueda de una experiencia, de un enriquecimiento personal interior o, una mera banalización de la propia vida como si ésta fuera un escaparate hacia los demás, a través de las redes sociales, tema también para tener en cuenta y que retomaré más adelante.

A simple vista, los usos turísticos y culturales que nos aporta el patrimonio están encaminados a acciones como la observación, investigación o participación de los mismos. Es decir, giran en torno a un principio de satisfacción, en el que se toma como base el disfrute del acontecimiento o monumento patrimonial. Si conseguimos que esa experiencia sea buena y memorable, los visitantes transmitirán un mensaje positivo del lugar y con ello aumentarán los deseos por prolongar su duración en el tiempo.

El grado de dificultad que supone mezclar turismo con patrimonio, el turismo cultural y creativo como incipiente promotor y difusor del patrimonio cultural inmaterial aporta iniciativas que promueven el respeto hacia las comunidades locales y su identidad, la participación ciudadana y visitante en lo que se refiere a la cultura, la inscripción del patrimonio como Bien de Interés Cultural (BIC) o Fiesta de Interés Turístico nacional o internacional, otorgándole cierto distintivo, o la aportación de valor al recurso patrimonial en sí mismo. En definitiva, el turismo aporta utilidad en la salvaguarda del PCI, ya que es fiel creador de valor y da vida a tesoros patrimoniales que están en peligro de desaparecer o incluso que aún se desconocían.

¿Pero el turismo está canibalizando la cultura? O, por el contrario, ¿es la cultura actual la que está canibalizando los destinos turísticos? Los efectos que desarrolla están provocando reacciones muy visuales. Los propios visitantes, son protagonistas en la transmisión del patrimonio, tienen bajo su custodia el poder de recomendar. La propuesta de salvaguarda que se plantea en este caso es acercar el patrimonio al mundo exterior, mediante el mensaje que aportan personas que ya han vivido la experiencia y que nos pueden proporcionar una mirada diferente a la de un local o incluso, a la de las propias agencias promotoras de turismo que en ocasiones pueden maquillar la información.

Entonces ese turismo no viene por la calidad cultural de un destino, sino por los comentarios de los influencer, bloggers y youtubers. Quién ha canibalizado a quién.

Es la cultura la que ha conseguido revertir una tendencia en la que las visitas a museos están en declive, pero para la muestra sobre Leonardo da Vinci en el Louvre de París, en menos de 6 horas se habían vendido 150.000 entradas por internet con 6 meses de anticipación a su apertura.

Los Museos Vaticanos son un enjambre de turistas entre los que sólo puedes seguir la corriente de personas hasta desembocar en la Capilla Sixtina, lugar al que todo el mundo quiere llegar para admirar los frescos de su bóveda. O los accesos de la Sagrada Familia de Barcelona, colapsados, no ya por los CDR que buscaron la forma de boicotear la entrada durante los días de acoso a la libertad y la democracia que se vivieron hace pocos días ante la pasividad política por dichos atropellos. Barcelona era icono de ciudad turística cultural de vanguardia, y su imagen no volverá a ser lo que fue en décadas. O el tren entre Herculano y Pompeya, cuya construcción supuso crear la línea ferroviaria más usada de toda Italia y todo por facilitar la visita de dos yacimientos arqueológicos.

El turismo cultural atrae, fija y fideliza a los visitantes, pues consigue que repitan viaje. Ejemplos más cercanos como el certamen de teatro clásico de Mérida, o el certamen de Almagro, aquí en Ciudad Real en el que miles de personas, en pleno verano, se arraciman en las varias salas dedicadas a poner en escena el patrimonio teatral en una de las joyas conservadas del siglo de Oro para la literatura española, el Corral de Comedias.

Pero es que, todo lo que envuelve al turismo, desde unos años a esta parte, cambia muy rápidamente. Uno de los aspectos susceptibles de cambio, e incluso de los más preocupantes, es la visión que se tiene de la actividad turística desde fuera del propio sector.

Para entender cómo se ha ido modificando la visión del turismo a lo largo de estos años, Jafar Jafari nos proponía, cinco plataformas en su trabajo titulado “El turismo como disciplina científica”. Estas plataformas vienen a exponer al turismo desde distintas perspectivas: desde las más extremistas, que catalogan al turismo como bueno o malo, hasta otras posturas más intermedias que disminuyen los posibles impactos que podía tener la actividad. Nos encontramos, pues, con colectivos que van a ser descritos por estas fases en las que se defienden cada uno de sus postulados:

- Plataforma apologética: lo bueno del turismo. Porque son muchos los sectores beneficiados tanto directa, como indirectamente, además genera divisas y ayuda a preservar el entorno natural y cultural.
- Plataforma precautoria: lo malo del turismo. Preocupación por la protección de las culturas. Explican que, a pesar de los beneficios económicos, el empleo es de baja cualificación y es estacional, el turismo destruye la naturaleza por desgaste y merca dea con las personas y las culturas.
- Plataforma adaptativa: el cómo del turismo. Tipologías respetuosas con las comunidades, que emplean recursos locales que benefician al turista y a los anfitriones por igual, con un coordinado control para evitar el abuso de cualquiera de las partes.
- Plataforma científico – céntrica: el porqué del turismo, en el que los postulados están basados en datos tangibles sobre las razones de su desarrollo en un destino u otro, y lo acertado, o no de su puesta en marcha.

- Nueva plataforma: interés público. En el que se solicita que el turismo sea considerado un derecho fundamental, como la vida, la democracia, la libertad de expresión.

Cuando la actividad turística empieza a despegar, fue obligación de los Gobiernos asumir funciones de estímulo de la actividad turística en su territorio. Proveer la infraestructura pública suficiente, desarrollar actividades de promoción y planificación del destino fueron algunas de las principales acciones que se llevaron a cabo para el desarrollo del turismo. En el momento en el que el turismo alcanza cierto nivel de desarrollo, es cuando comienzan a desencadenarse los problemas relacionados con el crecimiento de la demanda de cualquiera de los productos ofertados en el destino.

Es por ello tan importante hablar de estrategia turística, sobre todo en ciudades de carácter patrimonial, como lo es Toledo. Una planificación adecuada, en la que los sellos de identidad de la ciudad se consoliden en todo el mundo a través de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Por ello necesita de herramientas para un correcto desarrollo. El camino no es sencillo, pues hoy en día la planificación incide no sólo en la protección patrimonial, sino también en la gestión de los servicios municipales, en la calidad de vida de los residentes, en la gobernanza de un destino en la que tienen opinión y valoración todos los implicados, y la administración toma decisiones de consenso, ignorar o minusvalorar a cualquiera de los stakeholders es signo inequívoco de que algo no funciona.

El concepto de imagen de destino es uno de los principales referentes actuales dentro de las investigaciones turísticas. El carácter multidisciplinar con el que se puede abordar la imagen de destino tiene especial protagonismo desde diferentes prismas:

- Bajo un enfoque geográfico, puede ayudar a facilitar el desarrollo de un área;
- bajo el enfoque sociológico, nos ayuda a comprender mejor el comportamiento de los turistas;
- bajo el enfoque del marketing, trata de garantizar el éxito competitivo de un destino; y por último,
- bajo un enfoque económico, facilita la identificación de las fortalezas y debilidades de éste para lograr que la actividad en el destino sea económicamente viable.

Considerando esto, se plantea un reto importante en el mundo académico y de los estudios turísticos, y es que se pueda enriquecer el marco teórico y comprender de forma empírica el comportamiento general del turista en relación con la imagen que proyectan los destinos; y también, la imagen que perciben los turistas a posteriori.

Así mismo, y de forma paralela a la evolución de la imagen de destino, las nuevas fuentes de información y comunicación (TIC`s, Tecnologías de la

Información y la Comunicación) suponen, aparte de una auténtica revolución en toda la actividad turística, un elemento condicionante e influyente en el proceso de selección del destino, y un cambio disruptivo en la forma de gestionarlo e incluso planificarlo.

Otra razón del aumento del turismo urbano es el protagonismo adquirido por los mercados emergentes, como emisores y como receptores de turismo. Por su importancia en el sector, el crecimiento turístico más fuerte en los próximos diez años se registrará en el sudeste asiático, gracias a la prosperidad de las nuevas clases medias en dichos países emergentes.

Debe mencionarse como factor que contribuye al incremento del turismo urbano la importancia adquirida por el llamado turismo experiencial: los millennials buscan experiencias turísticas únicas y ello les hace huir del sobre-explotado turismo de sol y playa, o de las previsibles rutas guiadas y los recursos turísticos, ya convertidos en producto turístico por sí solos, y buscar en las ciudades un espacio con muy diversas oportunidades.

La importancia que adquiere Internet, y más específicamente las redes sociales y los portales de opiniones, hacen que los turistas tengan acceso rápido a todo tipo de información que ayuda a crear, reforzar y/o mejorar-empeorar la imagen que éstos ya tuvieran anteriormente. De la búsqueda de información por la red, hemos pasado a un plano en el que somos prescriptores de contenidos, y se convierte en datos para una toma de decisiones ajena, para vivir una experiencia de la que nos han creado unas expectativas ficticias.

Pero la experiencia global del individuo en un determinado destino dependerá de diferentes aspectos:

- Factores sociales: en los que podemos mencionar como atributo la hospitalidad de la población local.
- Factores culturales: donde adquiere gran importancia el patrimonio histórico del destino y la vida y singularidad de la agenda cultural local.
- Factores económicos: basados en el nivel de vida y precios del destino.
- Factores tecnológicos: como por ejemplo las infraestructuras del destino en cuanto a la conectividad, tipología tecnológica, desarrollo de un destino inteligente y gestión del mismo.
- Factores político – legales: tales como la estabilidad política, que forma uno de los factores más importantes en el proceso de decisión.

El entorno natural, donde destaca el clima del destino, las condiciones de sostenimiento de las zonas verdes urbanas, recreación para turistas con niños en espacios verdes y servicios dotacionales y de ocio cuidados y conservados de igual modo que el resto de la ciudad.

En los últimos años las ciudades se han preocupado en potenciar y mejorar su atractivo, el cual se basa en los elementos primarios y secundarios que caracterizan los espacios urbanos.

- Los elementos primarios corresponden a recursos turísticos e instalaciones que atraen a los visitantes, entre los cuales se incluyen los edificios históricos, museos, iglesias, etc. Tradicionalmente han sido la razón principal de las visitas a las ciudades y representan la capacidad de atracción turística de las mismas.
- Elementos secundarios son los recursos de apoyo de estas atracciones primarias, entre los cuales se destacan el comercio, los restaurantes, el alojamiento, los transportes y la animación urbana.

Ambos elementos son complementarios entre sí, y constituyen los recursos que conforman los productos y la vocación turística de esas localidades. Sin embargo, hoy en día existen elementos intangibles que comienzan a ganar importancia en el atractivo de los destinos, y están relacionados con manifestaciones culturales y hábitos de la vida cotidiana de los residentes. Alrededor de estos elementos se están desarrollando una serie de actividades como parte de la potenciación del atractivo de los destinos, las cuales los turistas realizan y valoran cada vez más, convirtiéndose en atractivos cuasi primarios, aquí tenemos el aterrizaje de Puy du Fou y ha sido un descubrimiento para muchos sobre las posibilidades que nos da nuestra historia poniéndola en valor en espectáculos que complementan la oferta principal, pero obtienen el valor añadido de conseguir la pernoctación del visitante. Así pasó con Carolus en el 2000 auspiciada por el ministerio de cultura español o con la exposición El Greco del gobierno regional castellanonancheo del 2014.

El turismo cultural se considera como una de las modalidades más populares, en la actualidad. En el año 2017 representaba el 39% del volumen turístico a nivel global, y la previsión de crecimiento que tenía, en el 2018 era de un 15%, ya les he dicho anteriormente que estas cifras se han superado con bastante margen de diferencia.

Pero podemos confundir la cultura y el turismo, como proceso, con el producto turístico durante ese desplazamiento, en el caso del turismo cultural nos encontraríamos ante ciertas actividades como pueden ser: visita a museos, exposiciones; paseos por el casco histórico de una ciudad, ¿les suena? ante un “uso” o disfrute” de toda la red cultural de un determinado lugar.

Una vez reconocido, el producto cultural se vuelve el punto de mira de los turistas que quieren viajar y experimentar a lo que otros ya han hecho. Si bien es cierto que la masificación se ha dado en destinos que ofertan patrimonio cultural material como la Muralla China o la Torre de Pisa, que se han convertido en lugares sobreexplotados en espacio y tiempo. Sin embargo, poco a poco destinos de patrimonio inmaterial comienzan a ser más reconocidos lo que en un futuro podría derivar ya no solo en la masificación del sitio sino también en el proceso conocido por aculturación, es decir, “todo tipo de fenómenos de interacción que resultan del contacto de las culturas”, aunque también se puede entender como “un proceso social de

encuentro entre dos culturas en términos desiguales, donde una de ellas deviene dominante y la otra dominada”.

Hoy en día la ciudad se concibe como un producto donde el turismo permite su comercialización y genera dinamización económica. Independientemente de su tamaño, su ubicación y características, hoy en día, están inmersas en una lógica que las empuja a posicionarse en el mercado internacional ya sea como centros de negocios, de turismo, de cultura o de innovación. Y por qué llegan más turistas, la respuesta es sencilla: el turismo evoluciona y cambia. Pueden venir por cambios en los gustos, necesidades y preferencias del turista y cambios en los destinos, ya que se hacen capaces de ofrecer cada vez más cosas y ponerse de moda o, por el contrario, incapaces de renovarse, se agotan.

Se han convertido en núcleos creativos. Este nuevo concepto pone como eje central la cultura, siendo esta la responsable de la transformación y la renovación en las ciudades.

Las marcas basadas en los recursos culturales y creativos son vitales para la posición competitiva de los destinos. Asimismo, el estilo de vida, la localización, la marca y la imagen de un destino hacen que el ocio y el turismo sean recursos clave a la hora de llevar una estrategia. De esta forma, se añade valor a la economía cultural en general, “como un arsenal de conocimientos, tradiciones y recuerdos”. Dos de las modalidades que están teniendo más presencia y que están tratando de rejuvenecer la imagen de las ciudades son: el turismo creativo y el de compras, ambos fuertemente ligados con los procesos de gentrificación y turistización de los cascos históricos.

Desde la sociología explican cómo se crean las atracciones turísticas, es decir qué elementos tales como “el turista” en sí, su “vista” turista busca estar en contacto real con el lugar a visitar, busca el conocer algo que anteriormente no ha tenido oportunidad. Muchas veces estos lugares cambian sus hábitos iniciales para adaptarse a la demanda, es decir se convierte en una “autenticidad escenificada”, una intrusión en la vida de la población local, aunque esto no haya sido lo que inicialmente el turista buscaba. Pero la teoría de la autenticidad habla de cómo cada vez es más atractivo y tienen más valor las experiencias turísticas o culturales que se producen para el comprador, es decir la conexión entre la cultura de origen y de destino.

No obstante, es complicado encajar a las ciudades solamente bajo uno de estos requerimientos y tendencias actuales del mercado exigen satisfacer más de un objetivo y necesidad. Esta competencia entre ciudades plantea una serie de paradojas que, tienen consecuencias sobre la vida urbana. Por un lado, se les exige el mercadeo de productos innovadores y exclusivos que mejoren su atractivo; por el otro, se pide la preservación de espacios monumentales e históricos para distinguirse de las demás, y al mismo tiempo se les reclama propiciar al visitante lugares comunes, donde compagine la experiencia de los residentes con el visitante.

El turismo ha sido un factor de impulso para la estandarización y, admitámoslo, una banalización de sus centros históricos, bajo una urdimbre de cadenas comerciales, marcas internacionales y paisajes replicados, cediendo su identidad en favor de la moda y de los modelos ideales, véase el ejemplo de Jerez en la que las propias cadenas comerciales se han tenido que ceñir a las normas urbanísticas, dando una imagen completamente alineada con el ser de la ciudad, sin luces y fluorescencias exageradas en las fachadas, con gusto y y saber lo que hay que hacer. Así pues, aquellas ciudades que no ponen limitaciones, no ya limitaciones, sino inspección y control sobre lo que ocurre, se van configurando en lo que Augé denomina fragmentos de no lugares, lugares de transitoriedad que carecen de una configuración. Son espacios que no personalizan ni aportan a la identidad porque no es fácil interiorizar sus aspectos o componentes diferenciados.

El turismo y el consumo muestran una relación muy estrecha debido a que toda actividad turística requiere de un consumo de bienes o servicios, aunque tenga poca duración. También lo hace en cuanto a cultura, ya que es un pilar fundamental para el desarrollo de esta, por englobar un gran abanico de manifestaciones tanto materiales como inmateriales. Se puede considerar una práctica cultural la visita a cualquier bien que tenga relevancia e impacto en la cultura propia del lugar. La primera imagen que se nos viene a la mente cuando pensamos en cultura, está ligada a bienes materiales ya sean museos, conjuntos históricos o elementos arquitectónicos relevantes, pero no debemos dejar pasar otras manifestaciones culturales ya sean materiales o inmateriales como las tradiciones, la gastronomía, la artesanía... Todas ellas serán el motivo principal de la visita del turista al lugar donde se encuentren, y por lo tanto de su respectivo consumo. Nuestro casco histórico toledano coronado por la Catedral es un elemento que, durante los meses de restauración con ese vendaje que le han aplicado, servirán para extender en el tiempo, la riqueza patrimonial de aquellos que contribuyeron a crear una joya que hemos de cuidar todos.

Organismos e instituciones son cada día más conscientes de la importancia que tiene su adecuada gestión y de ahí que lleven a cabo políticas urbanas basadas en la revalorización de la cultura existente en un destino, con el fin de exponerlo y darle una visibilidad que hasta ahora no había llegado a ciertos mercados, sobre todo el internacional.

Sin embargo, no por esto, una ciudad debe perder su esencia original, recordemos que “la actividad turística no debe contemplarse como una finalidad en sí misma, sino como un instrumento que permita el desarrollo óptimo de la actividad económica y social del territorio”.

Este interés continuo por consumir aquello que no poseemos y la visión de internacionalizar nuestro patrimonio cultural conlleva la comercialización de algo que antes era exclusivamente para el local. Es aquí cuando empieza el peligro de la pérdida de identidad y de la artificialización de la cultura en sí, aunque esta pueda suponer un intercambio enriquecedor tanto para los visitados

como para los visitantes. Por su parte, la cultura también pasa a ser uno de los ejes centrales en cuanto a la elaboración de las políticas urbanas, ya que es necesaria para una comercialización de la ciudad y la búsqueda de un turismo más de calidad. Las ciudades son cada vez más, núcleos donde se concentran la mayoría de los recursos culturales, por ello que la empleabilidad de la cultura como elemento principal dentro de las políticas urbanas es cada vez más común, aun pudiendo derivar en posibles problemas de autenticidad

Pero, en sí, ¿qué se considera Turismo cultural? es la principal expresión del turismo urbano debido a que muchas ciudades concentran una gama de servicios y atractivos tangibles e intangibles de orden histórico artístico y cultural, que permiten una oferta variada que va desde el conocimiento de sus barrios y espacios peculiares y distintivos hasta la visita a museos, teatros o simplemente el paseo por parques y espacios públicos. En la actualidad, todo en las ciudades es susceptible a convertirse en objeto turístico, y esto se debe particularmente a los cambios de consumo del turista, lo cual ha permitido nuevas propuestas y productos en los espacios urbanos que están transformando el turismo cultural tradicional en un turismo creativo, que ofrece experiencias basadas en procesos de cocreación entre el visitante y el local, y está siendo impulsado por los gobiernos locales como opción para la diferenciación del destino y beneficio de las industrias creativas.

En todas las grandes ciudades han existido, y existen en menor medida, locales emblemáticos con numerosos años de historia que hacen especial a la ciudad donde se localizan, desde grandes almacenes como las Galerías Lafayette en París o Harrods en Londres; joyerías famosas como Tiffany & Co en Nueva York; librerías como la Librería Bertrand en Lisboa o la Librería Lello en Oporto; hasta restaurantes, tiendas de moda, etc. Estos locales se han podido dar a conocer gracias a personajes históricos, películas, libros, etc., atrayendo a numerosos visitantes, y en ocasiones puedan convertirse en parte del producto turístico. Nosotros llevamos 60 años de publicidad cinematográfica de retraso con respecto a Roma, París, Nueva York.

El continuo afán por crear e implantar productos que son originarios del destino, puede conllevar también la pérdida de identidad del propio lugar y a una homogeneización de las ciudades, donde la autenticidad será algo que realmente desaparezca.

También se ha favorecido la revalorización de ciudades, las cuales han contado con la ayuda del uso de la cultura como elemento clave para su desarrollo y regeneración. Podemos comprobar como este proceso de revitalización ha ido surgiendo con fuerza por todo el mundo, consolidándose como un valor añadido nuevo y creciente con la utilización de actividades creativas y culturales, llegando a utilizar el propio patrimonio, rehabilitado, como enclave principal para varias prácticas diarias.

El Guggenheim en Bilbao es ejemplo de prácticas de éxito en nuestro país, en el que mediante una obra arquitectónica dan un potencial simbólico a la

ciudad y la ayudan a diferenciarse a través de una imagen destacada, vanguardista e innovadora. O el recientemente inaugurado conjunto Metropol Parasol de Jürgen Mayer en Sevilla, lo que los sevillanos conocen como las setas, que ha permitido diversificar el recorrido de los flujos turísticos internos en la ciudad y, sobre todo, aliviar la presión de los mismos en el casco antiguo. Aquí, bien merecería la pena incluir en la Declaración de Patrimonio de la Humanidad de la ciudad el entorno del Circo Romano y la Vega Baja. Hace 30 años se acometió como un signo que no debemos reducir, sino seguir dándole esplendor y enriqueciéndolo, somos Patrimonio por lo que fuimos, pero también podemos serlo por lo que hacemos en la actualidad. Estar cruzados de manos con procesos judicializados *ad eternum* provocan que, al cabo de los años, volvamos a la situación de partida, a la nada intermedia.

Y digo esto porque se están produciendo situaciones en muchos destinos, no sólo españoles, sino también internacionales, en los que el turismo cultural está provocando efectos que pueden llegar a un punto de no retorno.

Frente a esto, los gobiernos locales, tienen la responsabilidad de generar instrumentos para atender estas implicaciones que cada día son más evidentes y precisan ser ordenadas a la mayor brevedad posible, porque hay que dirimir hacia dónde se quiere ir, pero sobre todo lo que se quiere ser, sin perder el norte, y mantenerse firme en los valores que han llevado a convertirse en un destino turístico atractivo para la demanda.

De esta manera, las herramientas de planificación se conciben como instrumentos que garantizan la adecuada integración del turismo de forma sostenible, apostando además por el incremento de la competitividad, mediante acciones económicamente viables y que tengan continuidad en el tiempo. Son los procesos de planificación el primer paso hacia la competitividad turística y un requisito indispensable para el éxito de los destinos

Ya ven que las casuísticas para poder tener un postulado siempre van a venir de la mano del posicionamiento que tomemos con respecto al problema o hipótesis que nos planteemos en un destino turístico.

Todos y cada uno de los presentes en esta sala nos podemos ver implicados en diferentes momentos de nuestra vida en el ámbito turístico. Bien porque hayamos ejercido de turistas, en mayor o menor distancia, tiempo o cantidad de ocasiones. Nuestros postulados dependerán de la subjetiva perspectiva sobre dichos impactos, sean positivos o negativos. Podemos encontrar la oportunidad de obtener un rédito, económico o sólo reputacional, o en el caso de los representantes institucionales, aquí presentes, también porque tienen que tomar decisiones con respecto a ello, y sobre la toma de decisiones ya dije anteriormente que la gobernanza es uno de los pilares fundamentales de los destinos turísticos inteligentes, junto con la sostenibilidad porque ambos reflejan el interés por mejorar la calidad de vida del residente: transporte urbano eficiente y eficaz, conectividad, gestión de residuos urbanos y reciclaje en todos sus barrios, accesibilidad no sólo monumental,

normativas adecuadas y actualizadas a la realidad actual, seguridad y convivencia entre visitante y visitado.

Desde los años ochenta, el turismo ha sufrido una gran transformación acorde a la evolución y las necesidades que el mercado ha ido marcando, es decir, conforme se han ido incorporando características como la competitividad o la segmentación. Se ha cambiado el modo de verlo, y en esto ha habido también varias fases. Hemos pasado de una gestión turística institucional que giraba en torno a un punto de vista cuantitativo, al que se ha regresado en los últimos años, ese que mide el éxito bajo la premisa de cuantos más turistas mejor, superar volumen, cada vez más crecimiento, más, más y más, sin una línea que lo limite. Luego pasamos a un período en el que se ahondó en la importancia cualitativa del mismo, se incentivó que el turismo fuese de mayor calidad, entendiéndola como aquel tipo de turismo que dejaba un mayor gasto por persona y día, ven que hay poca diferencia entre la parte cualitativa y la cuantitativa, porque tampoco se ha abandonado esa idea del crecimiento constante e ilimitado.

El turismo cultural no está sujeto a circunstancias como la temporalidad, moda u otra particularidad del turismo; además es un tipo de turismo que ha reavivado a pequeñas ciudades o localidades que han visto la posibilidad de un auge en la economía no sólo local, sino también en la estatal. Ahí tenemos el ejemplo de Colombia que apostaba por el turismo cultural para modificar la imagen internacional que tenían los viajeros con respecto a un destino castigado por la narco – guerra interna, su lema de marketing era “el peligro es que te quieras quedar”. O la República Popular China, que en el año 2018 ha fusionado el Ministerio de Turismo con el Ministerio de Cultura, convirtiéndolo en el Ministerio de Cultura y Turismo. Aquí, en España, Turismo está fusionado, a la par con Comercio e Industria. No significamos tanto nuestro turismo sólo con la cultura, sino que nuestra riqueza turística es mucho más variada, y su impacto económico es tan importante como el industrial, y el del comercio.

La planificación del turismo en áreas urbanas implica la organización intersectorial del territorio, donde la economía, urbanismo, ecología, geografía, arquitectura, geología, sociología y otras disciplinas intervienen para el ordenamiento de medidas sobre el uso del espacio, evitando posibles efectos negativos y orientando la actividad turística, aquí en Toledo contamos con un campus universitario que habría de ahondar en líneas de mejoramiento de la calidad de vida en la ciudad, innovaciones en los sistemas de climatización de los edificios que no afecten a los viandantes, innovaciones en los sistemas lumínicos para iluminar más y gastar menos, innovaciones en la gestión medioambiental de las zonas verdes municipales, gestión cultural innovadora creativa y mucho más dinamizada.

La modernidad y la demanda por visitar aquello extraordinario dan lugar a urbes insertas en la red de ciudades globales ofreciendo una imagen renovada, vanguardista y cosmopolita en lo que lo tradicional pasa a segundo plano y se convierte en un complemento del producto nuevo creado. Las personas son

atraídas a un destino por razones culturales y viajan en busca de sensaciones y emociones ya sean a través de la observación del patrimonio material o del disfrute y realización del patrimonio inmaterial. De ahí a que todo el entramado patrimonial, sea un instrumento clave del viaje. Por lo que, si se quiere dar a conocer, se vuelve necesario recurrir a una serie de acciones vinculadas al uso del patrimonio con fines turísticos que despierten el interés del viajero.

La complejidad funcional de las grandes ciudades sitúa la planificación como aspecto de cardinal importancia en la relación turismo-ciudad, especialmente porque el carácter creciente de esta industria está generando una serie de implicaciones sociales, culturales, económicas y ambientales que se traducen en desafíos, tales como la masificación y presión turística en los centros históricos, así como los malestares que están viviendo algunos residentes a causa de los comportamientos de los turistas.

Existen muchas definiciones acerca de lo que se entiende por turismo cultural, es decir, es un concepto que con el paso del tiempo ha ido cambiando acorde a la transformación que ha sufrido el turismo, la definición académica más completa puede ser, entre otras, propuesta por MacIntosh, desde la Universidad Estatal de Michigan, en la que afirma que el turismo cultural incluye todos los aspectos del turismo y que las personas pueden utilizarlo para comprender la vida y los pensamientos de los demás. La UNESCO define La cultura puede considerarse como el conjunto de los rasgos distintivos, espirituales y materiales, intelectuales y afectivos que caracterizan una sociedad o grupo social. Ella engloba, además de las artes y las letras, los modos de vida, los derechos fundamentales al ser humano, los sistemas de valores, las tradiciones y las creencias. Muy significativo traerlo a colación, por lo que veremos en breve.

Por otra parte, la Organización Mundial del Turismo (OMT) define al turismo cultural como aquellos movimientos de personas que buscan satisfacer las necesidades de diversidad, es decir, que buscan mejorar su nivel educativo, buscan así nuevos conocimientos y experiencias relacionados con la cultura. En esa misma línea, Richards, uno de los principales estudiosos acerca del turismo cultural, define el turismo cultural como “el desplazamiento de personas desde sus lugares habituales de residencia hasta los lugares de interés cultural con la intención de recoger información y experiencias nuevas que satisfagan sus necesidades culturales”. Este mismo criterio era el que se seguía en aquellos años del Grand Tour, en el que se daba un paso hacia la edad adulta, desde un proceso de enriquecimiento cultural.

Esa concepción del turismo como producto es quizás la más extendida hoy en día, especialmente en el turismo cultural, convirtiendo al mismo en algo muy popular, pues entre los turistas aumenta cada vez más las prácticas y actividades culturales en los viajes que realizan.

Son muchas las comunidades que han visto en este sector una forma de desarrollo económico y han aprovechado el patrimonio que tenían para explotar la

actividad. España es un claro ejemplo de esto. Considerado, a día de hoy, un referente en el mundo del turismo, sus cifras lo respaldan cuando se habla de él como uno de los países más favorecidos por el fenómeno, ya que nos encontramos en el Top3 de países con mayor número de visitas internacionales, con más de 82 millones en el año 2018, a nuestro país. Ven, vuelvo a utilizar cifras importantes, para mostrar la excelencia de nuestro sector turístico.

Pero esto no siempre ha sido así, hemos tenido que realizar una transformación de un país eminentemente vacacional, basado en nuestro envidiado sol y playa, para convertirlo en referente, por una decisión estratégica, a nivel estatal, en el que hemos buscado la desestacionalización del turismo veraniego, para contar con una constante llegada de turistas a través de nuestras fronteras, a nuestros destinos de interior, con una riqueza que, hasta ahora no era competencia para el consumo veraniego. No quiere esto decir que el turismo cultural sea competencia del turismo de sol y playa, ni tampoco es su complemento. De esa desestacionalización del turismo español también han emanado otras prácticas, como el turismo social, ese que permite a nuestros pensionistas poder dinamizar su vida durante la temporada baja, pero, sobre todo, al sector turístico le permite no tener que cerrar el negocio en la época menos templada.

El consumidor demanda el consumo de ciudades, pero es sorprendente que, una sociedad puramente urbana, se sienta atraída por ciudades aparentemente similares. Es un fenómeno que se vincula con la eclosión de las prácticas de ocio – consumo y la consagración de la sociedad del espectáculo, elementos constitutivos del modo de vida contemporáneo. Esta dinámica ha favorecido la consagración de ciudades que ya eran primadas, pero ha permitido también, el renacimiento de ciudades estancadas o incluso postergadas. El turismo ha empezado a ser considerado como un sector estratégico que adquiere, en ocasiones, un papel crítico para la supervivencia de todas estas actividades y funciones a la par que se nutre de ellas. Los productos estandarizados que las empresas han venido ofreciendo al gran público ya no son atractivos para el “turista posmoderno” que, a través de sus demandas exclusivas, se constituye como un nuevo modelo de consumidor.

A pesar de que la gentrificación se llevan produciendo desde principios del siglo XX, como consecuencia de la transformación que vivieron las ciudades con la configuración de la ciudad post-industrial (Díaz Parra, 2009); actualmente, está muy presente en las ciudades, tratándose de un fenómeno común a grandes urbes del planeta como Nueva York, Berlín, Londres, París, Barcelona, Ámsterdam...(Vallejo Pousada, 2017). De esta forma, se están desarrollando espacios urbanos a medida, que tratan de satisfacer la demanda de los habitantes y los turistas, siendo en ocasiones muy similares. Estos se basan principalmente en un modelo de sociedad cosmopolita que requiere y realiza las mismas acciones independientemente del lugar donde se encuentre

El estudio llevado a cabo por los investigadores Romero Renal y Lara Martín en el barrio valenciano de Russafa es un claro ejemplo de este tipo de

transformaciones, ya que en las décadas de 1980 y 1990, sufrió una fuerte degradación, convirtiéndose en los últimos años en uno de los espacios favoritos de los ciudadanos y los visitantes tras los planes de reurbanización que se llevaron a cabo en él. La transformación que se aprecia en su calle no tiene que ver únicamente con renovación urbana, sino también con la modificación del paisaje y la composición social al haber pasado de ser un barrio que albergaba a inmigrantes de diferentes nacionalidades a ser el hogar de las “clases creativas” de la ciudad.

Esta misma transformación también ha sucedido en otros barrios de grandes ciudades como Palermo y San Telmo en Buenos Aires (García Pérez y Sequera Fernández, 2013); Kreuzberg en Berlín, el East End de Londres (Hubbard, 2016), el Marais en París (Gravari-Barbas, 2017) o Harlem en Nueva York, donde Zuckin ha basado parte de sus estudios sobre el análisis de la transformación que ha sufrido el barrio durante años. Al igual que en Russafa, en el barrio neoyorkino, comenzaron a disminuir el número de comercios familiares, aumentó la presencia de comercios regentados por pequeños emprendedores y finalmente han ido apareciendo un mayor número de cadenas comerciales (Zuckin, 2009).

La ciudad pasa de ser una ubicación a ser una parte constituyente de los procesos de consumo colectivo, donde estas actividades no se restringen únicamente a los residentes, sino que también se orientan a los visitantes (Gago et al., 2016). Las principales calles de los cascos históricos están viéndose afectadas por cambios en la estructura comercial, reemplazándose las tiendas que serían tradicionalmente de los locales por tiendas que satisfagan a una demanda genérica (Blázquez-Salom et al. et al., 2019), convirtiéndose en escaparates de grandes marcas internacionales, sin identidad y siguiendo el mismo patrón en diferentes partes del mundo (Zuckin, 2012). Autores como Zuckin y Blázquez lo denominan *boutiquing* y, lo caracterizan como un fenómeno que conlleva a una reducción en la variedad de tiendas, aculturación de las principales calles y proliferación de franquicias y marcas de cadenas comerciales.

Productos más demandados son los relacionados con la moda, la cosmética, la tecnología y los productos artesanos o gastronómicos. Igualmente, existen una serie de factores clave para un desarrollo óptimo de esta modalidad turística en un espacio urbano como son la exclusividad de la oferta comercial, el precio, la conectividad y seguridad del destino, los horarios comerciales, la oferta de alojamiento y restauración, oferta cultural y de ocio, etc. Teniendo en cuenta estos aspectos, se puede analizar si las ciudades se están centrando en desarrollar espacios donde los visitantes encuentren este tipo de oferta y elementos, orientándose únicamente al perfil de los turistas sin un desarrollo sostenible, o bien, si están tratando de encontrar un equilibrio entre la vida de la ciudad con este tipo de turismo. De esta forma, se observa cómo se están realizando los procesos de gentrificación comercial de los que se trataba antes, desarrollándose nuevos comercios orientados a un perfil de turista concreto.

Además, es necesario añadir que el turismo de compras puede presentar numerosas ventajas, ya que normalmente se realiza por un turista de un perfil económico elevado, supone un importante número de ingresos, diferenciación y exclusividad del destino, etc. Sin embargo, el problema reside cuando no se produce una diferenciación y la oferta comercial se presenta de forma genérica y se banaliza.

El primero define la MacDonaldisación como: *“proceso mediante el cual los principios del restaurante de comida rápida están invadiendo y llegando a regir un número creciente de sectores de la sociedad americana, así como del resto del mundo* Disneyzación: *“proceso mediante el cual los principios que rigen los parques temáticos Disney están dominando cada vez más sectores de la sociedad americana, así como del resto del mundo”*

El sector se ha transformado a gran velocidad, pero las ciudades no han ido a la par, lo que canibaliza sus señas de identidad. La “lowcostización” término acuñado en la literatura académica del área de conocimiento del turismo, así como la “disneyzación” de los destinos, son anglicismos que representan, ciertamente, los riesgos que está corriendo el patrimonio cultural y las ciudades que lo conservan.

Entre las actuaciones de protesta y reivindicaciones sociales contra la saturación turística que se están produciendo en distintas ciudades destacan:

- las protestas antigentrificación en Berlín;
- la alerta de las asociaciones vecinales en Lisboa;
- las concentraciones de varios colectivos locales en las islas Baleares;
- el referéndum contra los cruceros en la laguna de Venecia;
- las peticiones de zonas de tráfico limitado para los turistas en algunas ciudades italianas;
- las reivindicaciones contra el turismo de compras chino;
- las protestas contra el aumento de los precios de la vivienda en ciudades como New Orleans o Toronto;
- las críticas a la reconversión de la ciudad de Nueva York en un producto de marca turística y la emergente especulación inmobiliaria como primera fuerza impulsora de la economía

Los procesos de gentrificación han venido apoyados en las propias administraciones que vieron necesario el llevar a cabo planes de mejora en ciertos barrios. La llegada de turistas, y muchos de estos con mayor poder adquisitivo que la población local, ha conllevado a un desplazamiento de esa población. La renovación y rehabilitación de ciertos barrios y zonas urbanas ha provocado una revalorización del stock de viviendas lo que ha desplazado a la población con menor poder adquisitivo. Y este stock ha caído en manos de personas, en muchos casos, que no le van a dar un uso residencial, sino dedicado a una actividad, hasta hace poco tiempo sin regular en este tipo de destinos turísticos.

Ha habido y hay diferentes tipologías de gentrificación en la que los actores turísticos implicados han sido varios y variados. Tanto la industria, como las administraciones han estado implicadas, en ello, el proyecto de Málaga y el Palmeral de las Sorpresas.

En esta labor expansiva, entran a formar parte los entes gestores que tratan de acercar el patrimonio hacia otros mercados con el fin de comercializarlo como una experiencia insólita.

Lo que para unos es un canto o una danza para otros es una forma de expresarse o un ritual; lo que para unos es un trabajo artesanal para otros es arte y dedicación; lo que para unos es elaborar y preparar una comida para otros es sabor y tradición. Y así podríamos seguir con el resto del patrimonio, que va a variar en función del lugar donde nos encontremos, posibilitando la existencia de patrimonios similares o con rasgos en común pero nunca idénticos. con el paso del tiempo la sociedad ha ido tomando conciencia de lo que significa el acervo cultural, tomándolo como una fuente de conocimiento y expresión de las generaciones pasadas, pero que también compone un proceso vivo que va cambiando con el tiempo. De ahí a que estas representaciones variables de la tradición continúen reproduciéndose en un proceso inacabado de renovación y adaptación en lo que se siente y en lo que se transmite.

Como motivaciones complementarias a los aspectos culturales encontramos también las de carácter social, lo que nos lleva a lo que hoy se conoce por turismo comunitario. La población local es igual de importante que los visitantes por lo que, siempre hay que buscar como favorecer a ambos grupos. Además, si bien es cierto que no hay mejor intérprete de un lugar y su patrimonio que sus propios ciudadanos, que en base al gran apego y necesidad de conservación de sus bienes hacen una labor de comunicación y de promoción turística sostenible y concienciada. Es ahí donde el turismo comunitario permite la comunicación e interrelación entre ambas partes, tomando la consideración propia de la comunidad como un nexo entre el patrimonio y el visitante.

En la actualidad, muchos turistas se ven intrigados por estos lugares que le permiten establecer contacto directo con la población local, la cuál ofrece la mejor visión y actuación de su cultura innata. En definitiva, solo existe una forma de comprender la realidad del destino que no es nada más y nada menos que acercarnos al lugar, tomar a los locales como maestros, entender su interpretación y luego vivirlo como una experiencia.

El fenómeno de la saturación turística (*overtourism* en inglés) constituye un asunto de creciente importancia para las dinámicas turísticas actuales, a necesidad de diseñar estrategias y políticas específicas de planificación y gestión de la saturación en los destinos urbanos a fin de evitar o mitigar sus consecuencias negativas.

Es por tanto que el turismo de masas no es más que otro proceso que influye en las tomas de decisiones de algunas de las políticas turística de diferentes destinos españoles, las cuales, en su mayoría están prácticamente obligadas a abordar este tipo de procesos que se dan en la actualidad.

Sin embargo, no se puede concluir en que la turistificación es lo mismo que turismo de masas o masificación turística. Debido al extenso crecimiento del turismo en el S.XX, el término “*masas*” ha sido utilizado de manera peyorativa.

Se pueden destacar varios de los impactos negativos que la turistificación produce en los centros históricos de las urbes turísticas (Sequera, 2017).

En primer lugar, un fuerte aumento de los precios en los mercados inmobiliarios locales, provocando un creciente desplazamiento espacial de los residentes.

En segundo lugar, el despojo material y simbólico de los residentes.

La creciente marginación de ciertas presencias, prácticas y consumos a través de políticas de securitización, mediante vigilancia y control policial.

Aparición del comercio “elitista” o “gourmetizado” dirigido al turismo y que a falta por completo al comercio minorista local.

Por último, la reciente expansión de plataformas como Airbnb o la proliferación de hoteles *low cost*, son algunos de los aspectos críticos que a menudo han alimentado la resistencia local en las llamadas nuevas “ciudades turísticas” contra los impactos negativos de *turistificación*¹ en el mercado de la vivienda y la construcción de una ciudad monocultivo del turismo.

La otra posible casuística que se plantea para el término turistificación, es que con la llegada masiva de turistas y las fuerzas del mercado por sacar el máximo provecho económico de este fenómeno, se ha determinado la transformación de diferentes áreas históricas de diferentes áreas urbanas con el principal objetivo de la revalorización económica, cultural, espacial y social, en clave de circulación sin restricciones de capital y de construcción de un escenario propicio de consumo, ocio y negocio.

Siempre se ha tenido en mente la idea estereotipada y preconcebida de que el turista es aquella persona que paga por tomar el sol en Benidorm, disfrutar de un resort en el Caribe, bañarse en las aguas del Mediterráneo, o simplemente disfrutar sin preocupaciones en destinos de sol y playa. Pero también es turista, la persona que decide deambular por el desierto del Sahara, subir al Everest, recorrer senderos perdidos por el Amazonas, o arriesgarse sin tener en cuenta el importe que atañe.

En la labor de transmitir el patrimonio colectivo, la población local ha de tener en cuenta que esta acción de comunicación invita no solo a conservar el acervo cultural sino también a expandirlo y hacer que sea utilizado por otros agentes ajenos al mismo a través de la práctica turística receptiva.

La gestión del Patrimonio Cultural Inmaterial debe incidir no tanto en el equivalente monetario de los flujos de riqueza generados por el mismo, sino en la dimensión social del consumo cultural. Nos encontramos en muchas ocasiones ante un público amplio. La actividad turística se realiza principalmente

¹ Turistificación: es un término bien formado con el que se alude al impacto que tiene la masificación turística en el tejido comercial y social de determinados barrios o ciudades. mantiene con la gentrificación, enfocada al turismo y a sus visitantes.

dando respuesta a un estímulo económico. Sin embargo, hay que tener en cuenta su carácter transmisor y divulgativo que nos aporta acciones favorables para la salvaguarda del patrimonio, ya sea material o inmaterial.

CONCLUSIONES

Es en ese estar donde surgen las complejidades en la relación entre el modo de vida habitual y el modo de vida que aspiran experimentar los de fuera. La convivencia de la industria turística con los residentes es uno de los temas más conflictivos en la actualidad. La aversión hacia el turismo que llega, porque el residente ve que se pierde su raigambre con la ciudad, el barrio, su gente.

Las ciudades Patrimonio de la Humanidad están en riesgo ante una situación que puede ser irreversible, y para la que hay que tomar medidas. No se trata de prohibir, sino de regular. El turista cultural utiliza estancias en la ciudad, pero es capaz de salirse de los recursos turísticos básicos. Si esto no fuera así, durante el período actual Toledo no acogería a los numerosos grupos que están llegando a la ciudad, puesto que la imagen icónica y reconocible mundialmente está parcialmente mutilada. La torre de la Catedral, durante su proceso de restauración y conservación, muy de agradecer, y reconocer la importante labor que están llevando a cabo desde la Santa Iglesia Catedral Primada de España, rodeada de andamiajes, de obreros y atalajes habría supuesto una paralización del turismo de la ciudad, en cambio, al ver las calles de la ciudad, no se puede pensar lo mismo.

Pero aquí entramos en otro error de base, la confusión con el tipo de visitante que se acoge en las ciudades. Igualar al turista con el excursionista es el gran error de apreciación. Desde los colectivos que vituperan al turismo como el gran creador de los problemas en sus ciudades, se les estigmatiza y se les cobran tasas que, finalmente, siguen sin resolver los problemas que acarrearán éstos, porque no son los turistas los que provocan el problema, sino la gran masa de excursionistas que luchan contra el reloj para ver más en menos tiempo y por menos dinero.

Se cobra tasa turística al que duerme, al que se aloja en el destino, al que visita, entra y consume, es decir, al que genera riqueza al negocio local. En cambio, al que llega, pasea y se va, no se le consigue fidelizar. Al que se aloja en lugares no regulados, fuera de la normativa, no genera negocio, no genera empleo, pero los perjuicios de su paso por la ciudad sí los generan y, finalmente, los impactos negativos, o los platos rotos, los han de pagar el resto, turistas y residentes.

¿Quiere esto decir que se ha de limitar al excursionista? Quiere esto decir que se ha culpabilizado al colectivo equivocado. Las infraestructuras y la capacidad de carga de las ciudades se han visto superadas y ello es por la masificación, y en muchos casos, por visitantes de medio tiempo, y en las horas pico

saturan la ciudad y a sus ciudadanos. La solución no está en culpabilizar al que genera dinamización socioeconómica en la ciudad, sino en la regulación de los flujos turísticos internos que se generan dentro del espacio visitable.

Nuevos conceptos han ido apareciendo de la mano de investigadores que han centrado su interés en averiguar el efecto que la globalización tienen sobre la sociedad moderna. Es de ahí donde nacen los conceptos de MacDonaldisación y Disneyización.

El continuo afán por ir más allá de vivir el presente y solamente centrarse en lo que la sociedad actual ofrece, ha hecho que se vea la posibilidad de recrear en el presente aquellas épocas o culturas ya pasadas o todavía inexistentes. Ha llegado a transformar tales espacios que hoy en día son irreconocibles a cómo eran en su inicio, o simplemente crear otros nuevos en los que el espectador formará parte de una “no realidad”, algo creado por y para su único disfrute. La tematización viene unida a la falsificación del contenido ofertado, mediante el proceso globalizador cuando se pasa de una planificación estratégica a centrarse en muchos casos en crear una imagen definida del destino para su posterior comercialización, convirtiendo a la propia ciudad en un producto que los sectores públicos tienen en su mano para el desarrollo de la actividad económica. de gran relevancia la gestión adecuada y la implantación de estrategias que haga la administración pública y el resto de stakeholders, ya que es esto lo que marcará la imagen a proyectar, la reputación del destino y el bienestar para los residentes.

Las normativas proteccionistas y limitantes y las nuevas tasas recaudatorias no han traído mejoras: Lo importante: la población sigue dejando de vivir en los cascos históricos, y las tasas turísticas se crearon para amortiguar los impactos negativos mejorando los servicios de los residentes e invirtiendo en proyectos turísticos sostenibles. Pero la sostenibilidad parte del cuidado del medio ambiente, la eficiencia energética, la reducción de emisiones de CO₂, así como planes de mejora de la movilidad interurbana, eliminación del uso de vehículos privados por el transporte público, que haga la ciudad más accesible, con mayores conectividades, mejores frecuencias y costes cada vez más controlados. La inexistencia de estos transportes provoca el aumento en los flujos de tráfico y evita la apuesta por ciudades más sostenibles. La sostenibilidad también aboga por conseguir un comercio local vigoroso y arraigado, de cercanía y competitivo, innovador y bien surtido. Una actividad económica variada, que no dependa de sectores sistémicos que pueda comprometer su viabilidad a futuro. Y uno de los elementos que se ha introducido en los últimos tiempos en la conceptualización de sostenibilidad, el ámbito social. La importancia de la opinión del residente, con respecto a la actividad introducida.

Los consumidores de productos y servicios turísticos viajan más, con menor duración de sus estancias a la búsqueda de la diferenciación y los lleva a vivir en un continuo viajar sin conocer, en un visitar, pero sin ver, en un invertir, pero sin gastar.

Hacen falta propuestas que enriquezcan el alma de ciudades y residentes que nunca han dejado de crecer en conjunto. Se han adecuado a cada momento y circunstancia, pero nunca lo han hecho de espaldas a sus ciudadanos. El turismo llegó para quedarse, y contribuir a mejorar la calidad de vida de los residentes.

El patrimonio se vuelve sinónimo de interés económico, dejando a un lado, en muchas ocasiones, el interés social de las comunidades por mantener sus señas de identidad. A día de hoy, el patrimonio cultural está de moda entre las principales tendencias turísticas que invitan a los visitantes a optar por los paquetes turísticos que ofrecen los grandes turoperadores y agencias de viajes.

Porque la importancia reside en la diversidad cultural que existe en el planeta, y en que el contacto entre “el anfitrión” y el “huésped” nos traslada a un intercambio cultural positivo.

De ahí que, desde la Cofradía Internacional de Investigadores, colectivo plural de conocimiento inigualable allá por donde vayamos, sea un ejemplo de convivencia, intercambio cultural, científico y personal desde los pilares que nuestros estatutos ponen en valor y nosotros, testigos del mensaje, seamos espita que explote la apertura del conocimiento y del corazón para aquellos que nos visitan y a los que visitemos.

Muchas gracias por su atención y espero que el turismo, en su vida cotidiana tenga un espacio para pensar en el lugar, en el otro, y también, en uno mismo como herramienta de intercambio, de compartir y de enriquecer.

Tras la lectura del discurso se entregaron los títulos a los nuevos Cofrades que fueron investidos en la víspera del Corpus 2019. Tras unas palabras de nuestro Prioste 1º, donde se puso de manifiesto la importancia del significado de una tesis doctoral y el compromiso de la Cofradía de reconocer y fomentar este tipo de trabajos tan importantes para el desarrollo científico de la sociedad, se entregaron los premios a las mejores Tesis Doctorales de la UCLM del curso 2017-2018 que en su primera edición, dentro del Acuerdo Marco de nuestra Cofradía con esta Universidad, concursaban las ramas del conocimiento correspondientes a Artes y Humanidades y Ciencias de la Salud y cuyos ganadores fueron el Sr. Dr. D. Juan Crespo Cárdenas por «El arte de la platería en Ciudad Real, 1625-1808” y la Sra. Dra. D^a. Celia Álvarez Bueno por «*Obesity physical activity and academic achievement in school children*»

Cada año la Cofradía premia a algún cofrade que destaca por su labor generosa dentro de la Cofradía. Este año esta distinción especial fue para el Ilmo. Sr. D. Fernando Aranda Alonso, «por su esfuerzo y ofrecimiento continuo, vitalidad, ejemplo y entusiasmo para hacer de nuestra Cofradía, una Cofradía cada vez mejor»

Se cerró el acto con las palabras del Concejal de Cultura que elogió el «espíritu de entendimiento, colaboración y fraternidad» que mantiene la Cofradía y puso de manifiesto cómo nuestra institución que aúna diferentes disciplinas, tiene en común «mejorar el conocimiento de todo lo que nos rodea y ponerlo al servicio de todos»

XIV JORNADA DE REFLEXIÓN TEOLÓGICA

El día El 4 de mayo de 2019, la Cofradía Internacional de Investigadores celebró, en el Seminario Mayor de Toledo, su tradicional Jornada de Reflexión Teológica, que este año tuvo por tema central la Vía Pulchritudinis en el diálogo de la teología con el mundo. Después de las palabras de bienvenida del Prioste D. Juan Carlos Ballesteros Aparicio, intervinieron con sus ponencias los siguientes cofrades:



De izquierda a derecha, D. Fernando Aranda Alonso, D. Juan Carlos Ballesteros Aparicio, D. José María Gómez Gómez y D. Francisco María Fernández Jiménez

D. Francisco María Fernández Jiménez: «El papel de la belleza en el Plan de Dios». Nos planteó una reflexión sobre el papel de la belleza en el plan de Dios.

D. José María Gómez Gómez: «La poesía como vía de unión con Dios». Utilizó para ello la poesía religiosa y mística de Santa Teresa de Jesús, Fray Luis de León y San Juan de la Cruz.

D. Fernando Aranda Alonso: «Dios en los confines de la materia». Nos comentó como Dios, actuando desde el último rincón del átomo, sustenta y conduce la obra de la creación, llevándola a la plenitud.

Tras las comunicaciones se llevó a cabo un interesante debate con la participación de los asistentes.

En la segunda parte de la Jornada tuvo lugar una conferencia que este año corrió a cargo de:

D^a Carmen Manso Porto y tuvo por título: «Arte, color y música, en el Pórtico de la Gloria de la Catedral de Santiago». Nos presentó el estado en que ha quedado el Pórtico de la Gloria tras la reciente rehabilitación, que ha permitido estabilizar y preservar la policromía para que podamos seguir disfrutando de una de las mejores muestras de arte medieval.



De izquierda a derecha, D. José María Gómez Gómez, D^a Carmen Manso Porto, D. Juan Carlos Ballesteros Aparicio, y D. Francisco María Fernández Jiménez

EL PAPEL DE LA BELLEZA EN EL PLAN DE DIOS

FRANCISCO MARÍA FERNÁNDEZ JIMÉNEZ

Doctor en Filología y en Teología

Director del Instituto Superior de Estudios Teológicos San Ildefonso

Comunicación pronunciada el 4 de mayo de 2019
en el Salón de Grados del Seminario Mayor San Ildefonso de Toledo

INTRODUCCIÓN

No podría faltar una reflexión sobre el papel de la belleza en el plan de Dios en una jornada teológica en la que se propone tratar un tema como es el de la llamada *via pulchritudinis* como camino para llegar a Dios que, de alguna manera, viene siendo novedoso en los estudios teológicos y que está relacionado con el diálogo fe y cultura.

Para ello nada mejor que presentar el documento «La *via pulchritudinis*, camino de evangelización y de diálogo» publicado por el Consejo Pontificio de la Cultura como Documento Final de la Asamblea Plenaria, celebrada los días 27 y 28 de marzo del 2006¹. En él encontramos respuesta al título de nuestra comunicación: ¿Cuál es el papel de la belleza en el plan de Dios?

Según el citado documento, la Iglesia se ve impulsada a dar un nuevo impulso a la tarea de evangelizar las culturas mediante una inculturación efectiva del Evangelio. Consta una serie de desafíos de la cultura moderna frente a la fe en Cristo. El primero consiste en que esta cultura se caracteriza por un rechazo de la religión en general y en particular del cristianismo y dentro de este del catolicismo, obligando a este a reducirse al ámbito privado sin lugar en la vida pública. El segundo es el fenómeno de la nueva religiosidad que pretende dar respuesta al deseo religioso del hombre mediante una serie de ritos sincretistas y esotéricos que apelan a la emotividad de las personas. El tercero sin embargo, es positivo, pues constata que, si bien en ciertos países de tradición católica, como el nuestro, esta ha dejado de ser practicada por la mayoría,

¹ <http://www.cultura.va/content/cultura/es/pub/documenti/ViaPulchritudinis.html> (13-4-2020). Me propongo en esta comunicación hacer una presentación a este documento, tomando sus partes más importantes con el fin de que sea conocido.

no obstante no deja de haber grupos solícitos que viven la fe y que son la esperanza de la Iglesia actual.

Ante estos desafíos, la Iglesia, como afirma el documento del Consejo Pontificio de la Cultura, propone la *via pulchritudinis* como respuesta. En efecto, en un mundo cada vez más pragmático y con más dificultad de seguir razonamientos abstractos y filosóficos, la *viaveritatis*, que es la que habitualmente usa la teología escolar, no es de fácil comprensión. Además no en todas las culturas se encuentra la apertura a buscar y aceptar lo trascendente y con ello la revelación cristiana. En cambio, la vía de la belleza impacta en los sentidos del hombre y llega hasta su corazón donde puede abrir un camino del encuentro del hombre con Dios. Es la belleza que nos hace ascender hasta la Belleza eterna que es Dios. También hay que tener en cuenta el peligro de que no todas las expresiones de belleza sirven para llevar al hombre a la revelación de Cristo. Hay expresiones artísticas que, en vez de aproximarnos a Cristo, nos acercan a una nueva idolatría. Por ello, dice el documento y creo que es fundamental:

«Es necesario aclarar qué es y en qué consiste la *Via pulchritudinis*: cuál es la belleza que, mediante su capacidad para llegar al corazón de la gente, permite transmitir la fe, expresar el misterio de Dios y del hombre, presentarse como un auténtico puente, espacio libre para caminar con los hombres y las mujeres de nuestro tiempo que ya conocen o que comienzan a apreciar lo bello, y ayudarles a encontrar la belleza del Evangelio de Cristo que la Iglesia, en virtud de su misión, debe anunciar a todos los hombres de buena voluntad»².

Y es que la belleza es necesaria para crear una cultura. Sin ella a la verdad y al bien le falta como la tercera pata de un trípode. El P. Turolfo afirma:

«Hasta que la verdad y el bien no se han convertido en belleza, la verdad y el bien parecen permanecer de alguna manera extraños al hombre, se le imponen desde fuera; el hombre se adhiere a ellos, pero no los posee; exigen de él una obediencia que en cierto modo lo mortifica. Cuando realmente ha conseguido la verdad y el bien en una posesión plena y pacífica, entonces toda mortificación y todo esfuerzo desaparecen; entonces todo su ser, toda su vida no son más que un testimonio, una revelación de la perfección alcanzada. Este testimonio y esta revelación es precisamente la belleza»³.

Por ello, el Papa san Juan Pablo II, en su carta a los artistas afirma lo siguiente:

²Ibid.

³ TUROLFO, DavideMaria, «Belleza», en FIORES, Stefano de; MEO, Salvatore; TOURÓN, Eliseo (dirs.) *Nuevo Diccionario de Mariología*, Madrid, San Pablo, 1988, p. 290.

«Sobre esta base, al concluir el Concilio, los Padres dirigieron un saludo y una llamada a los artistas: “Este mundo en que vivimos —decían— tiene necesidad de la belleza para no caer en la desesperanza. La belleza, como la verdad, pone alegría en el corazón de los hombres; es el fruto precioso que resiste a la usura del tiempo, que une a las generaciones y las hace comunicarse en la admiración”»⁴.

El documento que estamos comentando nos ofrece tres tipos de belleza para poder dialogar con el mundo contemporáneo: La belleza de la creación; la belleza de las artes y la belleza de Cristo, modelo y prototipo de la santidad cristiana.

1. LA BELLEZA DE LA CREACIÓN

La Sagrada Escritura nos habla de cómo la belleza de la creación nos puede llevar a Dios siempre que el hombre sepa trascenderla y no quedarse en ella para adorarla. Esto se expresa en el famoso pasaje del libro de la Sabiduría que afirma:

«Son necios por naturaleza todos los hombres que han ignorado a Dios y no han sido capaces de conocer al que es a partir de los bienes visibles, ni de reconocer al artífice fijándose en sus obras, sino que tuvieron por dioses al fuego, al viento, al aire ligero, a la bóveda estrellada, al agua impetuosa y a los luceros del cielo, regidores del mundo. Si, cautivados por su hermosura, los creyeron dioses, sepan cuánto los aventaja su Señor, pues los creó el mismo autor de la belleza. Y si los asombró su poder y energía, calculen cuánto más poderoso es quien los hizo, pues por la grandeza y hermosura de las criaturas se descubre por analogía a su creador»⁵.

La belleza de la creación nos puede llevar a vislumbrar a su autor, es decir, al Creador, y a admirarnos de su obra creadora, llena de belleza, como dice san Juan de la Cruz: «Mil gracias derramando / pasó por estos sotos con presura / y, yéndolos mirando, / con sola su figura, / vestidos los dejó de su hermosura»⁶.

Esta belleza creacional, además, despierta en el hombre contemplativo una paz inmensa y un anhelo de vida hermosa y en el religioso le llevan a adorar, alabar y dar gracias al Creador por la belleza de su creación. Así lo canta el salmo 104: «Bendice, alma mía, al Señor: ¡Dios mío, qué grande eres! Te vistes de belleza y majestad, la luz te envuelve como un manto»⁷.

⁴ JUAN PABLO II, *Carta a los artistas*, 11 que cita realmente: *Mensaje a los artistas* (8 diciembre 1965): AAS 54 (1966), 13

⁵ *Sabiduría*, 13, 1-5. Traducción de la Biblia de la Conferencia Episcopal Española.

⁶ JUAN DE LA CRUZ, *Cántico espiritual*, 5.

⁷ *Salmos*, 104, 1-2.

Dentro de la creación adquiere una belleza especial el ser humano creado a imagen y semejanza de Dios del que el texto bíblico afirma después de ser creado: «Vio Dios todo lo que había hecho y era muy bueno»⁸ frente a la creación de las demás criaturas de las que dice solo que era bueno y no muy bueno. En el texto griego nos traduce esta bondad por la palabra *καλός* (kalos) que aúna la belleza y la bondad. Por tanto el ser humano es especialmente hermoso pues, en palabras del Concilio Vaticano II, el hombre «existe pura y simplemente por el amor de Dios que lo creó, y por el amor de Dios que lo conserva»⁹. Pero el pecado hace que el hombre pierda su belleza y se avergüence de su desnudez. Si embargo, el ser humano es tan precioso a los ojos de Dios que le envía a su propio Hijo como redentor. Y se produce lo que el propio documento del Consejo Pontificio de la Cultura afirma:

«La venida del Redentor lo devuelve a su belleza originaria, lo reviste de una belleza nueva: la belleza inimaginable de la criatura elevada a la filiación divina, la promesa de una transfiguración del alma redimida y elevada por la gracia, el resplandor en todas las fibras de su cuerpo llamado a resucitar. [...] Cristo, representación perfecta de la gloria del Padre, comunica al hombre su plenitud de gracia y así lo hace «gracioso», es decir, hermoso y agradable a Dios»¹⁰.

Finalmente, no podemos olvidar que no todos los hombres se extasían y alaban al Creador por su belleza. Los hay que solo se fijan en sus leyes físicas sin contemplar ninguna belleza en ella. Lo que podríamos llamar cientificismo. Y otros consideran a la creación en sí misma y el hombre un servidor de ella. Por ello, no todos saben fijarse en la hermosura de la creación como el Creador quiso que se la observara.

2. LA BELLEZA DE LAS ARTES

El hombre creado, como hemos dicho, a imagen y semejanza de Dios está llamado por su Hacedor a dominar la tierra, es decir, a participar del poder creador de su Creador. Por ello, el ser humano es capaz de modelar la creación, de “fabricar” nuevas realidades con las cosas creadas. Entre las nuevas creaciones del hombre están las artísticas, donde expresa la belleza que lleva encerrada en sí mismo y en esto expresa su imagen y semejanza con Dios, la característica principal del hombre: «Hagamos al hombre a nuestra imagen y semejanza»¹¹. De ahí que podamos hablar de la belleza artística que también es capaz de extasiarnos, e incluso llevarnos a Dios. Esto especialmente es así en las obras de

⁸ *Génesis*, 1, 30.

⁹ *Gaudium et spes*, 19.

¹⁰ <http://www.cultura.va/content/cultura/es/pub/documenti/ViaPulchritudinis.html> (13-4-2020).

¹¹ *Génesis*, 1, 26.

arte cristiano que, según el documento, son «una realidad que remite más allá de sí misma y ayuda a avanzar por el camino que revela el sentido, el origen y la meta de nuestro camino terreno. Su belleza está caracterizada por su capacidad de provocar el paso de lo que es “para sí” a lo “más grande que sí”»¹².

Esto ha creado un patrimonio artístico religioso digno de ser considerado, como una catequesis que nos lleva a Dios, si bien es cierto, que no siempre se ha conseguido plasmar la belleza en las obras de arte. En el arte religioso contemporáneo no siempre se puede encontrar este éxtasis que nos lleva a lo divino, muchas veces a causa de buscar más lo funcional en los edificios religiosos o, también desgraciadamente, por falta de una adecuada formación religiosa en los artistas. Como expresa el documento que estamos comentando:

«La fealdad de ciertas iglesias y de su decoración, la escasa adaptabilidad a la celebración litúrgica, son consecuencias de este divorcio, de una laceración que requiere una cura. Por ello, es importante remediar la ignorancia creciente en el campo de la cultura religiosa, para permitir al arte cristiano del pasado y del presente abrir a todos la *via pulchritudinis*».¹³

Por ello es necesario más que nunca que los artífices del patrimonio cristiano estén formados e inspirados por la fe cristiana. A propósito de esto, el Consejo Pontificio de la Cultura, en un documento titulado *Para una pastoral de la cultura*, expresa lo siguiente:

En nuestra cultura, marcada por un torrente de imágenes frecuentemente banales y brutales diariamente arrojadas por las televisiones, películas y videocasetes, una alianza fecunda entre el Evangelio y el arte suscitará nuevas epifanías de la belleza, nacidas de la contemplación de Cristo, Dios hecho hombre, de la meditación de sus misterios, de su irradiación en la vida de la Virgen María y de los santos¹⁴.

Para ello este mismo Pontificio Consejo de la Cultura propone una serie de puntos importantes para poder evitar que el arte cristiano no lleve a Dios.

El primero es el diálogo con los artistas que se encargan de realizar las obras de arte que la Iglesia les encomienda, pues constata que «el alfabetismo litúrgico de algunos artistas escogidos para la construcción de iglesias es un verdadero drama, ampliamente difundido»¹⁵.

El segundo impartir una catequesis que forme a los que van a contemplar la obra de arte con motivo de su inauguración, o, en el caso de una celebración, como puede ser un concierto musical o una liturgia particular, dirigir una palabras al principio de la celebración para enseñar a los presentes su sentido.

¹² <http://www.cultura.va/content/cultura/es/pub/documenti/ViaPulchritudinis.html> (13-4-2020).

¹³ Ibid.

¹⁴ CONSEJO PONTIFICIO DE LA CULTURA, *Para una pastoral de la cultura*, 36.

¹⁵ <http://www.cultura.va/content/cultura/es/pub/documenti/ViaPulchritudinis.html> (13-4-2020).

El tercero es organizar eventos en los cuales se valore el patrimonio que tiene la Iglesia. Por ejemplo, exposiciones, conferencias, conciertos, etc.

El cuarto se refiere a la publicación de pequeños folletos, tanto en papel, como en la web, en la que sencillamente se explique una obra de arte que pueda ser al mismo tiempo visitable. Esto es más importante en la entrada de edificios religiosos artísticos abiertos al público.

El quinto se dirige a los agentes de pastoral a los que se recuerda que deben formarse en el patrimonio religioso, especialmente, en el local.

El sexto es la formación de guías turísticos en lo específico del arte cristiano.

El séptimo es crear organismos a nivel local o regional en los que se puedan ofrecer cursos sobre el arte cristiano y se pueda acudir a ellos para encontrar información, como pueden ser Institutos de Arte o de Música, bibliotecas especializadas, etc.

3. LA BELLEZA DE CRISTO, MODELO Y PROTOTIPO DE LA SANTIDAD CRISTIANA

No podemos olvidarnos de presentar, especialmente a los bautizados pero no exclusivamente a ellos, la belleza de Cristo. A Él se aplica el verso del salmo 45: «Eres el más bello de los hombres»¹⁶. Esta belleza del Verbo encarnado se manifiesta en la caridad, en la entrega de la vida por amor a los hombres. Pues el amor es hermoso y especialmente aquel que le lleva a uno a dar la vida no solo por sus amigos, sino también por sus enemigos. Por eso el papa san Juan Pablo II afirmaba: «el Hijo de Dios, al hacerse hombre, ha introducido en la historia de la humanidad toda la riqueza evangélica de la verdad y del bien, y con ella ha manifestado también una nueva dimensión de la belleza, de la cual el mensaje evangélico está repleto»¹⁷.

El documento del Pontificio Consejo de la Cultura nos lo explica de esta manera tan nítida:

«Esta belleza, única y singular del Hijo del Hombre, se revela en el rostro del “Hermoso pastor”, en Cristo transfigurado en el Tabor y, al mismo tiempo, en aquel que, colgado de la Cruz, carece de toda belleza corporal: el varón de dolores. Concretamente, el cristiano ve en la deformidad del Siervo sufriente, despojado de toda belleza exterior, la manifestación del amor infinito de Dios que llega hasta revestirse de la fealdad del pecado para elevarnos, por encima de los sentidos, a la belleza divina que supera toda otra belleza y nunca se marchita. El icono del Crucificado el rostro desfigurado, encierra en sí, para quien quiera contemplarlo, la misteriosa belleza de Dios. Es la belleza que se realiza en el dolor, en el don de sí, sin obtener nada a cambio: la Belleza del amor que es más fuerte que el mal y que la muerte»¹⁸.

¹⁶ *Salmos*, 45, 3.

¹⁷ JUAN PABLO II, *Carta a los artistas*, 5.

¹⁸ <http://www.cultura.va/content/cultura/es/pub/documenti/ViaPulchritudinis.html> (13-4-2020).

Esta belleza se refleja en los santos que viven la vida de Cristo. Para ello renuncian a todo aquello que no es Cristo fascinado por la belleza de Dios. De ahí que podamos decir que su vida entregada en la caridad en cada momento de la historia es expresión de la belleza de Cristo que brilla en el rostro de la Iglesia. Sobre este punto el papa Benedicto XVI nos dice: «El santo es aquel que está tan fascinado por la belleza de Dios y por su verdad perfecta, que es progresivamente transformado. Por esta belleza y esta verdad está dispuesto a renunciar a todo, incluso a sí mismo»¹⁹. Por eso los santos son testigos bellos de la belleza de Cristo, en especial la Virgen María que sobresale entre todos los santos.

Recojo aquí un texto de Pavel Florenskij, en el que se nos habla del significado de la belleza en la actuación cristiana según el evangelio, al comentar el pasaje evangélico: «Brille así vuestra luz a los hombres, para que vean vuestras buenas obras [τὰ καλὰ ἔργα]»²⁰:

«“vuestras buenas obras” no quiere decir “buenas obras” en sentido filantrópico y moralista: [τὰ καλὰ ἔργα] τὰ καλὰ erga quiere decir “bellas obras”, revelaciones luminosas y armoniosas de la personalidad espiritual, —sobre todo, un rostro luminoso, bello, de una belleza por la que se difunde hacia fuera la “luz interior” del hombre, de modo que, vencidos por esta luz irresistible, los hombres alaban al Padre celeste cuya imagen brilla así sobre la tierra»²¹.

Efectivamente, el texto griego nos señala el término “kalós” para hablar de las obras que hace referencia en primer lugar a la belleza pero una belleza que nos lleva al bien que es el bien bello. Toda la vida de los santos nos lleva al encuentro con Dios. Así lo afirma el documento que estamos comentando:

«La vida cristiana, por tanto, está llamada a convertirse, con la fuerza de la Gracia que otorga Cristo resucitado, en un acontecimiento de belleza capaz de suscitar admiración, de provocar la reflexión e invitar a la conversión. El encuentro con Cristo y sus discípulos, en particular con María su madre y con los santos, sus testigos, tiene que poder transformarse siempre, en todas las circunstancias, en un acontecimiento de belleza, un momento de gozo, el descubrimiento de una nueva dimensión de la existencia, una exhortación a poner en camino hacia la patria celeste y gozar de la visión de la verdad “toda entera”, de la belleza del amor de Dios: la belleza es esplendor de la verdad y florecimiento del amor»²².

¹⁹ BENEDICTO XVI, *Homilía en la Solemne Conclusión de la XI Asamblea General Ordinaria del Sínodo de los Obispos del Año de la Eucaristía y Canonización de cinco beatos, 23 octubre 2005*.

²⁰ Mateo, 5, 16.

²¹ FLORENSKIJ, Pavel, *Le porte regali. Saggiosull'icona*, Milano 1999, p. 50. (Traducción en lengua española tomada del documento que estamos comentando).

²² <http://www.cultura.va/content/cultura/es/pub/documenti/ViaPulchritudinis.html> (13-4-2020).

Finalmente, el documento del Pontificio Consejo de la Cultura sobre la *via pulchritudinis* se refiere a la fuerza que puede tener la belleza de la liturgia cuando esta se celebra bien. Para ilustrar esto nos evoca ciertos ejemplos de personas que han llegado a Dios por la belleza de las celebraciones como por ejemplo Paul Claudel que narra así su conversión mientras se entonaba el Magnificat de las Vísperas de la fiesta de la Navidad mirando a la Virgen que está en una de las columnas de la catedral parisina.

CONCLUSIÓN

Al final de este recorrido por estos tres estadios de la belleza, he querido presentar una forma actual y novedosa de acercarnos a Dios a través tanto de la belleza de la creación, como de las obras de arte y, principalmente, del mismo Verbo encarnado que hace participar su hermosura a los santos que la muestran especialmente por la caridad.

No es discutible que el hombre tiene sed de belleza, la busca y se extasía ante ella como una muestra de su sed de infinito. Pero no siempre sabe encontrarla o le cuesta hallarla donde realmente está: en el rostro de Cristo. A este respecto termino con estas líneas del Papa Benedicto XVI:

«quien deja entrar a Cristo no pierde nada, nada —absolutamente nada— de lo que hace la vida libre, bella y grande. ¡No! Sólo con esta amistad se abren las puertas de la vida. Sólo con esta amistad se abren realmente las grandes potencialidades de la condición humana. Sólo con esta amistad experimentamos lo que es bello y lo que nos libera»²³.

²³ BENEDICTO XVI, *Homilía durante la S. Misa en el Solemne Inicio del Ministerio Petriano*, 24 de abril de 2005.

VIA PULCHRITUDINIS LA POESÍA COMO VÍA DE UNIÓN CON DIOS

JOSÉ MARÍA GÓMEZ GÓMEZ
Licenciado en Filología Hispanica

Comunicación pronunciada el 4 de mayo de 2019
en el Salón de Grados del Seminario Mayor San Ildefonso de Toledo

En una breve pero enjundiosa locución, pronunciada en la Plaza de la Libertad de Castelgandolfo el miércoles 31 de agosto de 2011, el Papa Benedicto XVI expuso magistralmente que Dios, entre las muchas ocasiones que nos ofrece para acercarnos a él, “la vía de la belleza” puede ser una de las más excelentes “*via pulchritudinis*”: “hay expresiones artísticas que son auténticos caminos hacia Dios, la Belleza suprema; más aún, son una ayuda para crecer en la relación con él, en la oración. Se trata de obras que nacen con la fe y se expresan con la fe.” Y lo ejemplificaba el Papa con el sentimiento y el arrobó que a él le había producido escuchar un concierto de Bach.

Es lo que desde mi propia experiencia personal, en el breve espacio de que dispongo en esta Jornada Teológica, pretendo a mi vez expresar y ejemplificar respecto al caso concreto de la POESÍA.

Para ello he escogido tres de los autores más emblemáticos de la poesía religiosa y mística en lengua española y, en concreto, de la temática que nos toca: la poesía como vía de unión con Dios. Me estoy refiriendo a Santa Teresa de Jesús, Fray Luis de León y San Juan de la Cruz.

Santa Teresa de Jesús experimentó uno de sus más famosos y entrañables éxtasis escuchando el cantarcillo “*Véante mis ojos*” de labios de una novicia de dulcísima voz angelical. Cuando salió del trance nuestra Doctora Mística escribió uno de sus poemas más bellos: “*Vivo sin vivir en mí*”.

Fray Luis de León, escuchando la música del órgano de la Catedral de Salamanca que tañía su amigo el organista ciego Francisco Salinas, describe el movimiento ascensional de su alma hasta la Música Astral o Ideal, que produce el concierto infinito del universo bajo la batuta perfecta de Dios.

San Juan de la Cruz, finalmente, describirá en “*Llama de amor viva*” la experiencia inefable de la unión mística que alcanzan la Esposa y el Esposo, es decir, el Alma y Dios.

SANTA TERESA DE JESÚS

Canción popular “*VEANTE MIS OJOS*”

Véante mis ojos, dulce Jesús bueno,
Véante mis ojos, muérame yo luego.
Vea quien quisiere rosas y jazmines
Que si yo os viere, veré mil jardines;
Flor de serafines, Jesús Nazareno,
Véante mis ojos, muérame yo luego.
No quiero contento, mi Jesús ausente,
Pues todo es tormento a quien esto siente;
Sólo me sustente tu amor y deseo:
Véante mis ojos, muérame yo luego.

Fieles a la tradición, escrita y oral, del Carmelo, siempre han estado entrañablemente unidas en la historia del Carmelo Descalzo: el cantarcillo popular *Véante mis ojos* y el famoso poema teresiano *Vivo sin vivir en mí*.

Véante mis ojos es una coplilla profana, amorosa, vuelta a lo divino. Aunque Santa Teresa no fue la autora de su sublimación a lo divino, esta coplilla popular está ligada a una de sus más conocidas y documentadas vivencias.

Cuando Santa Teresa de Jesús pasaba la Semana Santa de 1571 en su convento de Salamanca, concretamente el domingo de Pascua de Resurrección, al escuchar a la joven novicia Isabel de Jesús entonar este cantarcillo entró en un profundo éxtasis, uno de los muchos que jalonaron su azarosa vida, y, al salir de él, escribió un poema de *talante muy subido* que tradicionalmente se ha vinculado con el poema *Vivo sin vivir en mí*. Este entrañable episodio está ampliamente documentado ya que, al día siguiente, la Santa lo escribió en su *Cuenta de Conciencia* nº 13:

Todo ayer me hallé en gran soledad [...] Anoche, estando con todas, dijeron un cantarcillo de cómo era recio de sufrir vivir sin Dios. Como estaba ya con pena, fue tanta la operación que me hizo, que se me comenzaron a entumecer las manos; y no bastó resistencia, sino que como salgo de mí por los arrobamientos de contento, de la misma manera se suspende el alma con la grandísima pena, que queda enajenada.

Aquella joven novicia, a quien desde entonces la Santa llamaba cariñosamente *la de la linda voz*, declaró dos veces en los Procesos de Beatificación y Canonización de su santa Madre, dejando constancia directa de este acontecimiento.

La primera vez Isabel de Jesús declaró:

Otra vez, oyendo cantar a esta testigo unas coplillas que trataban del sentimiento de la ausencia de Dios, se quedó de tal manera arrobada, que al cabo de muy gran rato la vio llevar esta testigo a algunas asida de entrambas partes, casi como en peso, a su celda. Lo que allá pasó no vio por ser entonces novicia, y había en esto gran recato; otro día después de medio día la vio salir, que aún parecía no estaba vuelta del todo en sí; y después por un escrito de la misma madre Teresa de Jesús, se vio haberla hecho Nuestro Señor una grandísima merced, cree ser esto lo que vio esta testigo, por ser el mismo día que la Madre dice en su papel haberle acontecido, y con la misma ocasión y a la misma hora (Declaración de Isabel de Jesús, Salamanca, 3 de enero de 1592. BMC, t. 20, p. 120.).

En la segunda declaración Isabel de Jesús tenía aproximadamente setenta y un años y volvió a rememorar este acontecimiento:

Ser esta testigo la religiosa que cantaba y decía a la dicha santa Madre la canción que refiere este artículo y pregunta; por lo cual después muchas otras veces que la Santa veía a esta testigo y pasaba por el convento donde ella residía, la solía decir: “hija, venga acá, cánteme aquellas coplitas”; lo cual es así verdad, pública voz y fama y común opinión acerca de todas las personas que de ello han tenido y tienen noticia (Item. 20 de julio de 1610. BMC, t. 20, p. 133.)

Otra hermana carmelita, testigo del suceso, también aludió a él en su declaración:

Siendo la hermana Isabel de Jesús recién venida a esta dicha casa, la mandó llamar la dicha madre Teresa de Jesús, y dijo que quería ver qué voz tenía, y ella cantó unas coplitas del sentimiento de la ausencia de Dios, y con esto oyó decir que se había quedado la dicha Madre por grande espacio arrobada, y por el gran recato que había y por ser novicia no sabe más esta testigo lo que después pasó (Declaración de Juana de Jesús, Salamanca 3 de enero de 1592. BMC, t. 18, p. 57.).

En Salamanca aún se conserva la casa donde Santa Teresa vivió este famoso éxtasis. Hoy en día pertenece a Congregación de las Siervas de San José que cuidan con veneración y esmero este recinto, verdadera reliquia teresiana. Una placa colocada en 1876 conmemora este entrañable acontecimiento:

El día 15 de abril de 1571, domingo de Pascua de Resurrección, tuvo aquí un éxtasis doloroso que al día siguiente le inspiró la celebrada glosa: Vivo sin vivir en mí.

FRAY LUIS DE LEÓN

ODA A FRANCISCO SALINAS

1.-El aire se serena
y viste de hermosura y luz no usada,
Salinas, cuando suena
la música extremada
por vuestra sabia mano gobernada.

2.-A cuyo son divino
el alma, que en olvido está sumida,
torna a cobrar el tino
y memoria perdida
de su origen primera esclarecida.

3.-Y como se conoce,
en suerte y pensamientos se mejora;
el oro desconoce
que el vulgo vil adora,
la belleza caduca engañadora.

4.-Traspasa el aire todo
hasta llegar a la más alta esfera,
y oye allí otro modo
de no perecedera
música, que es la fuente y la primera.

5.-Ve cómo el gran maestro,
a aquesta inmensa cítara aplicado,
con movimiento diestro
produce el son sagrado
con que este eterno templo es sustentado.

6.-Y como está compuesta
de números concordes, luego envía
consonante respuesta,
y entrambas a porfía,
se mezcla una dulcísima armonía

7.-Aquí el alma navega
por un mar de dulzura, y finalmente
en él así se anega,
que ningún accidente
extraño o peregrino oye o siente.

8.-¡Oh desmayo dichoso!
¡oh muerte que das vida! ¡oh dulce olvido!
Durase en tu reposo
sin ser restituido
jamás a aqueste bajo y vil sentido!

9.-A este bien os llamo,
gloria del apolíneo sacro coro,
amigos, a quien amo
sobre todo tesoro;
que todo lo visible es triste lloro.

10.-¡Oh!, suene de contino
Salinas, vuestro son en mis oídos
por quien al bien divino
despiertan los sentidos,
quedando a lo demás adormecidos.

La música que el hombre inspirado es capaz de crear es una espléndida vía para llegar a Dios: la VÍA PULCHRITUDINIS. Benedicto XVI lo experimentó escuchando a Bach. Fray Luis de León sintió el mismo movimiento ascensional escuchando el órgano de Francisco Salinas y, además, lo expresó en uno de los más bellos poemas de la lengua española. Begoña Gil Gómez lo ha descrito como nadie en una presentación en MONOCORDIO Blog de música y filosofía, cuya explicación seguimos al pie de la letra.

En este poema subyace la noción del universo como cosmos musical. La *Oda a Salinas* es el homenaje a una interpretación del mundo de alto valor poético: El Demiurgo, el Dios-Músico hacedor del mundo, lo habría construido mediante las proporciones matemáticas y armónicas que se pueden descubrir en las consonancias musicales. El universo creado por el “Gran Maestro” es un cosmos formado a partir de las proporciones de la música, unas proporciones que lo ensamblan todo y que lo mantienen firmemente unido. Las proporciones de la Armonía hacen del mundo un universo bello, un universo musical.

Esa Alta Esfera de la que habla el poeta es la Música Metafísica, las proporciones armónicas en sí mismas. O, dicho en el lenguaje originario, es el Alma del Mundo, la que rodea y une las otras esferas que se articulan bajo ella y que forman el Cuerpo del Mundo. La Alta Esfera dota de vida al mundo, lo anima, hace de él un bella creación musical. El universo es una Gran Cítara y el devenir del mundo una Gran Obra Musical. El universo musical que está sustentado por las proporciones de la Armonía es un “Eterno Templo” y Dios es el Músico que interpreta la melodía del acontecer de todo cuanto existe.

El arte musical, la música sonora, es una realización particular de la Música del Mundo, adecuada para ser percibida por los oídos del hombre. Al estar

construida de las mismas razones numéricas que rigen la Armonía del cosmos, el alma se eleva cuando escucha la música armoniosa y es capaz de abandonar el mundo de lo sensible para entregarse a la Música. El poema es un canto a la capacidad de recordar que tiene el arte musical. Describe a la música como un camino ascético, a la vez que nos habla del poder ético que el arte musical posee. La música tiene la capacidad de mejorar a quien la oye “en suerte y pensamientos” por lo que dejará de perseguir lo puramente material.

Detrás del Canto a Salinas oímos los ecos de muchas nociones ético-estéticas del pensamiento griego antiguo, más exactamente del platonismo. El alma del hombre, que ha olvidado las bellezas primeras, al son de tan bella música como la que ejecuta Salinas en el órgano recupera el recuerdo de la Música, es decir, del orden cósmico y divino en el que hubiera vivido antes de “caer” en el mundo de lo sensible. Esas bellezas de las que la música humana es una *mímesis* directa, nos cuenta Platón, son las que el alma contemplaría antes de verse obligada a vivir en el mundo de los sentidos y de la corporeidad dimensional. Entonces anhela el reencuentro y es dulce para ella abandonarse, es dulce ese morir que la abre a lo que para él es la verdadera vida (“¡Oh desmayo dichoso! ¡Oh muerte que das vida! ¡Oh dulce olvido!”). La música hace recordar al alma la memoria de su origen divino y el deseo de acercarse a la paz espiritual que la unión con su verdadero ser le produce. La música hace salir al alma, la sumerge en la eterna quietud y en el éxtasis, en la Música.

El efecto ético de la música se produce porque está hecha de la misma sustancia que el alma del mundo: los números y las proporciones de la Armonía. La música de Salinas se mezcla, en armonía de números concordes, con aquella Música no perecedera “que es de todas la primera”, la que interpretaría el “Gran maestro”, el Dios-Músico en la inmensa y eterna Gran Cítara del Mundo. Los números de las consonancias, las proporciones llevan de al alma por un mar espiritual en el que anega, se entrega, se abandona. Los sentidos ya no estorban, ya no hay accidentes que enturbien la perfecta y armoniosa unión mística. Es lo mismo alma, Música y Todo ...

La exaltación de la música de Salinas que hace Fray Luis la dota de un poder desmesurado y convierte al organista en un Orfeo redivivo, capaz de serenar el aire circundante y de producir la quietud, el éxtasis del alma. Salinas vendría a representar al músico ideal, al músico que no solo tiene la capacidad de deleitar, sino también al músico con poder suficiente como para dignificar la cualidad moral de quien le escucha, de elevar su alma como si de un gran sumo sacerdote se tratara. El músico es conductor de almas, posee el poder de educar, el poder paidéutico. El hecho de que Salinas fuera ciego ahonda aún más, si cabe, en la imagen del músico como alguien que no necesita ver el mundo de las apariencias, pues puede trascenderlo, ya que es capaz de crear algo que es de orden inmaterial, una composición musical, reflejo directo de la Realidad Verdadera. Mediante los acordes de su música, este músico-purificador de almas es capaz de acercarlas a su origen divino. Gracias al arte de la música, el alma del hombre

se sumerge en un universo espiritual que le permite separar su mirada de las cosas aparentes del mundo de los sentidos. Y en un gradual ascenso se eleva a la memoria de su origen, en una comunión mística con el Todo. Y el deseo del Bien se impone en el alma de quien escucha por simpatía, por resonancia.

Entendemos que fray Luis desee oír de continuo la música que el ciego Salinas interpreta en el órgano de Salamanca. Y también que el poeta, haciendo ahora un canto a la amistad, exhorte a sus amigos a escuchar la música de Salinas. A sus sonos, les dice, quedarán sus sentidos suavemente adormecidos, y ya no serán atraídos por “la belleza caduca engañadora” del mundo visible que es la que persigue el vulgo ignorante, los que están verdaderamente ciegos. Quien a partir de algo sensible, como es la música sonora, participe de la Música va a abandonarse al éxtasis, va a alcanzar el bien máximo, esa “gloria del apolíneo sacro coro”, el coro de las Musas que danzan en torno a Apolo, el dios músico, cantando las Bellezas Eternas en un territorio más allá del tiempo, allá donde el pasado, el presente y el futuro se desenvuelven como un “todo a la vez”. La quietud que imita el movimiento eterno se apoderará del espíritu de quien se entregue a esa música..

Y Fray Luis, como buen heredero de las ideas pitagóricas y neoplatónicas, se remite expresamente a los números para explicar el poder magnífico de la música que suena. La comunión mística de alma con el Todo, que se sirve de la vía musical, se produce precisamente porque los números y proporciones del alma son los mismos que los de la música, y los mismos que los de la Música. Poesía, número y metafísica se identifican. El número, la razón oculta de todo cuanto es.

La música del hombre nos eleva a la Música de Dios y, a través de ella, a Dios mismo.

LLAMA DE AMOR VIVA

San Juan de la Cruz

1

¡ Oh llama de amor viva,
que tiernamente hieres
de mi alma en el más profundo centro !
Pues ya no eres esquiva,
acaba ya, si quieres ;
rompe la tela de este dulce encuentro.

2

¡ Oh cauterio suave !
¡ Oh regalada llaga !
¡ Oh mano blanda ! ¡ Oh toque delicado !
Que a vida eterna sabe
y toda deuda paga ;
matando, muerte en vida la has trocado.

! Oh lámparas de fuego,
 en cuyos resplandores
 las profundas cavernas del sentido,
 que estaba oscuro y ciego,
 con extraños primores
 calor y luz dan junto a su querido !

! Cuán manso y amoroso
 recuerdas en mi seno
 donde secretamente solo moras,
 y en tu aspirar sabroso
 de bien y gloria lleno
 cuán delicadamente me enamoras !

El poema y el comentario de la Llama de amor viva fueron compuestos por Juan de la Cruz en el convento de los mártires de Granada, en 1584-85, mientras era vicario provincial de Andalucía. Fueron escritos en quince días y, como él mismo declara, a petición de Ana de Peñalosa, una de sus hijas espirituales preferidas. Hubo un poco más tarde una segunda redacción, ligeramente aumentada, pero los dos textos se sitúan después de Subida del Monte Carmelo, Noche oscura y primera versión del Cántico espiritual.

Según el mismo Juan de la Cruz, las cuatro estrofas de su poema se inspiran, respecto a su estructura, en un poema de Garcilaso: la soledad siguiendo... En cuanto al comentario, toma pronto el paso de una confidencia libre. San Juan de la Cruz, sin la menor duda, tenía a su destinataria presente en la mente cuando lo escribió. La Llama es la última gran obra de San Juan de la Cruz y expresa la cumbre de su experiencia. Descubrimos en ella un aspecto poco conocido de su personalidad: el polemista que echa la culpa a todos los seudo-guías espirituales. Contra ellos, que a veces tutea agriamente, reafirma fuertemente la prioridad de la acción de la gracia y de la contemplación divina sobre la acción, la obra y la meditación humana. Mas, que se trate de exposición mística o de pedagogía espiritual, la Llama de amor viva ha sido escrita en la pasión y la llama del amor, como San Juan de la Cruz mismo lo hace entender en su prólogo.

En la primera estrofa. El poeta pide a Dios que finalmente rompa la barrera entre lo divino y lo terrenal y le permita unirse con él (“¡rompe la tela de este dulce encuentro!”), diciéndole que la misma llama de su amor le está hiriendo (no de una manera dolorosa, sino tiernamente) y que ya está preparado para unirse con él. En la segunda estrofa. Se hacen tres alusiones a los tres componentes de la Santísima Trinidad: El cauterio es el Espíritu Santo; la mano es el Padre y el toque es el Hijo. Después de esta introducción San Juan nos habla sobre la vida eterna, que sin duda alguna es mejor que la vida terrenal “y toda deuda paga!”.

En la tercera estrofa San Juan explica cómo el amor de Dios ha influido en su vida: Antes de enamorarse de él, “estaba oscuro y ciego” pero tras enamorarse de él este amor le da luz y color a su vida. El alma agradece al esposo que se haya producido la unión.

Por último, en la cuarta estrofa el poeta intenta explicar (ya que él sabe perfectamente que es imposible reflejar en un escrito todo su sentimiento místico) cómo se manifiesta el amor de Dios en él, cómo lo siente en su pecho y suspira con anhelo por el momento en que su amor pueda consumarse.

No es difícil encontrar bastantes figuras retóricas en el poema: “dulce encuentro”, “mano blanda”, “toque delicado”, “profundas cavernas”, son ejemplos de epítetos que San Juan utiliza para ornamentar estos pequeños detalles, resaltando el adjetivo para matizar, enriquecer y dar fuerza expresiva al sustantivo. También encontramos diversas metáforas: “lámparas de fuego” y “llama de amor viva” que hacen referencia a la iluminación y al calor que el amor de Dios le ofrece (lámparas dan luz || llama da calor). San Juan utiliza la repetición o paralelismo, destaca la segunda estrofa:

“¡O cauterio suave!
¡O regalada llaga!
¡O mano blanda! ¡O toque delicado...”

Paralelismo, se repite la misma estructura sintáctica:

La exclamación + nombre + adjetivo

Anáfora, repetición de la misma palabra al inicio del verso. Aquí, además, coincide con exclamaciones, figura muy abundante en todo el poema, que ayuda a expresar el asombro del Alma al tener contacto con Dios.

Apreciamos un predominio de antítesis: “tiernamente hieres”, “cauterio suave”, “regalada llaga”. Se sigue recreando en la turbación que siente el Alma, pero que es un goce para ella.

Paradoja: hay un verso muy logrado que merece la pena analizar por separado: V.12 “Matando, muerte en vida has trocado.”

Como se puede observar se contraponen vida y muerte: Cuando alguien muere, consigue algo superior a la vida terrenal, es decir, consigue la unión con Dios. El hecho de que utilice la palabra “matando” seguida de “muerte” nos hace crear una imagen más viva, además de conformar un extraño juego de palabras. Se trata de una paradoja de gran efecto expresivo.

MUERTE = VIDA ETERNA

Como ya se ha comentado en la estructura y tema, San Juan entiende el alma a través de la Santísima Trinidad, por lo tanto podríamos decir que las palabras cautiverio, mano y toque son alegorías del Espíritu Santo, el Padre y el Hijo respectivamente.

CAUTERIO = ESPÍRITU SANTO.

MANO = PADRE

EL TOQUE = HIJO

Podemos concluir que Llama de amor viva es sin duda la composición más pasional y ardiente de toda la obra poética de San Juan de la Cruz. En ella se refleja la cumbre del misticismo español de la época y también la cumbre de San Juan de la Cruz como poeta: su gran experiencia y su estado emocional se fundieron en la justa medida creando una de las grandes obras de su tiempo.

DIOS EN LOS CONFINES DE LA MATERIA

FERNANDO ARANDA ALONSO

Meteorólogo

*Académico correspondiente de la Real Academia de
Bellas Artes y Ciencias Históricas de Toledo*

Comunicación pronunciada el 4 de mayo de 2019
en el Salón de Grados del Seminario Mayor San Ildefonso de Toledo

La búsqueda de Dios es un fenómeno universal. El ser humano ha intuido la existencia de una realidad que está más allá de la dimensión material y que es la causa de cuantas maravillas admiran sus ojos.

El hombre es un buscador de Dios y las religiones han sido una respuesta de los hombres de todos los tiempos a esa revelación natural y a su deseo y necesidad de Dios.

El ser humano trata de encontrarlo, cuando mirando dentro de sí mismo escucha la voz de su conciencia y se interroga sobre su propia existencia, sus ansias de infinito y felicidad.

Esa búsqueda de Dios, el hombre la ha llevado a cabo también a través de las distintas disciplinas de la ciencia, y ha sido en el siglo XX, en el campo de la Física Cuántica, donde ha descubierto las evidencias más palpables de las huellas de su presencia, al descubrir el Vacío Cuántico y la energía que fluyendo en él, da origen a los átomos y sustenta cuanta materia en sus distintos estadios existe en el universo.

La Física Cuántica nacida sobre los principios de la física moderna de Newton, Mayer o Faraday, podríamos definirla como: “Esa parte de la Física que estudia las leyes fundamentales que se ocultan a los sentidos”, y es, la que nos ha permitido realizar grandes progresos en el campo del conocimiento de la materia. De forma especial dos de sus descubrimientos han sido fundamentales para poder proyectar hacia el infinito las fronteras del conocimiento humano:

El primero, el saber que todo cuanto existe puede ser materia o energía y que materia y energía son convertibles (teoría formulada por A. Einstein)

El segundo, la constatación de que toda realidad subatómica y elemental sobre la que se asienta el universo, nuestro mundo y nosotros mismos, siempre

se presenta bajo forma de ONDA, DE ENERGÍA y PARTÍCULA MATERIA (teoría cuántica de Niels Bohr y Max Planck)

A estos dos descubrimientos se ha añadido la circunstancia de que la materia puede ser estudiada cada vez con más precisión hasta alcanzar los elementos más pequeños que la conforman. Hemos pasado de conocer los seres físicos a través de nuestros sentidos, a adentrarnos en el mundo del átomo y de él a las partículas elementales hasta alcanzar los QUARKS que son los mínimos entre las partículas que lo forman. Se ha llegado al CAMPO ENERGÉTICO, en el que se produce un juego de energías y al final se ha conocido el VACÍO CUÁNTICO, esa entidad última de la que todo procede y a la que todo retorna; ese lugar innominable que paraliza a los científicos modernos, a los astrofísicos y cosmólogos en expectante silencio ya que no se puede hablar de lo que hay o existe más allá de él. El VACÍO CUÁNTICO, es la frontera del universo, aunque pertenece todavía al universo.

No es en realidad un vacío, tal como parece sugerir su denominación; es de hecho un abismo de energías en que todo acontece y del que todo emerge hacia fuera. Lo que de él emerge, aparece como onda energética, bien como partícula material o también simultáneamente como onda y partícula material. Todo sale de él y todo retorna a él. Él es el continente de todos los contenidos que pueden acaecer.

Su existencia no es perceptible por ningún instrumento pero se conoce por la interrelación que ejerce en el CAMPO ENERGÉTICO.

Por la teoría cuántica de la relatividad conocemos, que toda realidad fenoménica es una realidad cuántica y se presenta siempre bajo los aspectos de onda y partícula simultáneamente. Pero onda y partícula forman el CAMPO ENERGÉTICO que proviene de algo todavía más básico al que están continuamente remitiendo, algo más fundamental el VACÍO CUÁNTICO.

En él surgen estas entidades elementales que pueden ser descritas tanto como ondas de energía o como partículas sólidas cuyo volumen oscila entre billonésimas de milímetro a partículas inconmensurables que únicamente son captadas y conocidas por sus efectos. Estas aparecen en conjuntos o paquetes, llamados "QUANTUM DE ENERGÍA". Sin embargo, no se puede dar una descripción completa ya que se fundamentan en una dualidad básica que hace que la materia se manifieste a través de la de esa misma dualidad partícula - onda.

Un ejemplo que nos ayuda a comprender estas realidades es la luz cuya esencia está en la misma dualidad. Se puede describir como partícula material (Fotones) o como energía, pero solo captamos el fenómeno de la luz si lo contemplamos con las dos posibilidades conjuntamente: partícula y onda.

La investigaciones realizadas, por físicos atómicos han constatado que estas dos entidades básicas no son ni totalmente onda ni totalmente partícula sino una mezcla de ambas. La onda tiene una dimensión partícula y la partícula una dimensión onda y se determina uno u otra en función de su predominio. Así, si es dominante la dimensión partícula sobre la de onda hablamos de partícula o bien de onda si esta es la dimensión que predomina sobre la partícula.

Cuando se pone de manifiesto el predominio de la dimensión onda (Energía) se habla de BOSONES, cuando se hace más patente la dimensión partícula dentro del mismo campo se habla de FERMIONES.

El Bosón es una onda energética elemental que tiene un papel fundamental en el mecanismo que origina la masa del universo.

Tal es la importancia de esa energía de interrelación (Bosón) que la diferencia entre los seres vivos y los inertes reside precisamente el grado de densificación de esas relaciones. En los seres vivos, se condensan los BOSONES hasta formar unidades invisibles, mientras que en los seres inertes predominan los FERMIONES.

No obstante constituir una unidad conjunta cuyo comportamiento es imprescindible considerar en su doble entidad, para tener una visión completa de su dualidad, ondas y partículas no puede ser analizada a la vez. Cuando se mide la onda, inmediatamente se pierde la posición de la partícula y cuando se mide la posición de la partícula material, se pierde la velocidad de la onda (Principio de indeterminación de Heisenberg).

Esta dificultad para su estudio no es debida a la falta de instrumentos de suficiente capacidad y precisión para hacer este análisis sino al hecho de que la realidad misma es indeterminada y de carácter probabilístico y todo puede suceder ya sea de una forma u otra o de otro modo distinto.

Lo que existe es un número indeterminado de posibilidades de los seres. Los físicos cuánticos llaman a eso paquetes de ondas. Cada paquete tiene una velocidad, posición y trayectoria. En el momento que es observado se produce un colapso de la función onda y la partícula observada se materializa y se convierte en existente a la vez que todas las demás posibilidades se colapsan y desaparecen en el vacío cuántico.

Esto nos plantea tres expectantes preguntas: ¿Qué observador hizo colapsar la onda universal existente en el vacío cuántico de aquel puntito miles de millones de veces más pequeño que un átomo en el que se produjo el Big-Bang? Y ¿Qué permitió con ello que el universo dejase de ser probable y se transformara en realidad tal y como lo conocemos hoy?. Por otra parte, ¿Quién determinó con una precisión tan exacta, la intensidad con la que debía producirse aquella explosión del Big-Bang?, ya que si hubiese sido más débil de lo que fue, en una proporción de una posibilidad entre un millón, se habría frenado la expansión del universo, y por el contrario, si hubiera sido más intensa en una proporción de una entre cien trillones la materia se habría dispersado y el universo no se hubiera podido formar, y finalmente si las cosas descansan sobre esa base de indeterminación, ¿Quién determinó que nosotros dejásemos de ser probables y pasásemos a ser existentes?

Científicos, sabios y místicos ante esas preguntas se encuentran juntos ante el asombro y ante el misterio vislumbrado racionalmente por la ciencia y experimentado emocionalmente por la mística, todos convergen en esa Energía

suprema de expansión en ese misterio abisal, en el nombre de aquel que es sin nombre, en Dios.

Dios emerge así en la base dinámica de la cosmología moderna, en la frontera entre la energía infinita y la materia, en la última referencia de razón analítica, en el vacío cuántico.

Las características que presenta el vacío cuántico lo muestran como el punto idóneo para la actuación de Dios en su acción de creación y conservación de la materia, en esa danza cósmica que es el proceso de la creación. Es el límite último de lo material, el punto inicial en el que la materia aparece en su primer estadio como energía incipiente densificada. En él, las ondas de energía que fluyen al densificarse forman los llamados QUANTUM (Quanta-paquetes de ondas), que aparecen en una posición determinada, con una velocidad y siguiendo una trayectoria. Estos QUANTUM, son el primer estadio del que derivan las restantes entidades subatómicas y sus mutuas interrelaciones que conjuntamente formarán el átomo, elemento constitutivo base de cuanta materia existe en el universo.

La ciencia en el límite de sus posibilidades de experimentación, se pregunta:

¿Qué hay más allá del Vacío cuántico?, ¿Cuál es el origen de esa energía que en él fluye?

Más allá del Vacío cuántico, está la energía sin límites ni fin, la vida sin entropía la simetría perfecta, lo incognoscible, la fuerza y el amor desbordable que se conoce con el nombre de Dios, y su imagen como Energía Suprema se nos ha revelado como la única adecuada para regir el proceso cosmológico.

Él, es el espíritu de vida y donador de vida, es espíritu de libertad y creatividad, Él es el espíritu que imagina lo nuevo y crea todo tipo de diversidad y al mismo tiempo de unidad. “Él sopla donde quiere y no sabemos de dónde viene y a donde va”. (Jn-3,8) Él imana y trasciende cuanto existe y su energía infinita alimenta la entropía (desgaste de energía utilizable) de cuanta materia forma el cosmos; y el nexo de unión, el punto base de contacto entre el Creador y la creación es el vacío cuántico, esa frontera del universo, símbolo y puerta de Dios a través de la cual Su energía infinita se transforma en materia, y esa materia que surge queda sustentada por la acción continua de su creador.

Esta actuación permanente de Dios en su obra, Él mismo a través de Jesús nos la ha manifestado, y en el Evangelio de San Juan nos dice “Mi Padre sigue trabajando hasta el día de hoy y yo trabajo también”. Y en un texto de un agrafón (Palabras de Jesucristo no consignadas en los Evangelio canónicos pero transmitidas por otros textos sagrados), en el evangelio copto de Santo Tomás (Logión 77) encontramos este expresivo testimonio de la implicación cristológica-cósmica “Yo soy la luz que está sobre todas las cosas; yo soy el universo; el universo salió de mí y el universo retornó a mí; hiende la leña y yo estoy dentro de ella; levanta la piedra que yo estoy debajo de ella”; y San Pablo en Hc.13-17 nos lo confirma diciendo : En ti vivimos nos movemos y existimos.

En esta constante implicación divina encontramos la razón por la que todo cuanto existe tiene una clara intencionalidad y aparece perfectamente organizado desde la profundidad abisal del Vacío Cuántico, ese océano de energía primordial del que surgen las partículas elementales comenzando por las más originaria el TOPQUARK, para alcanzar el nivel de la materia ordenada, a continuación la materia compleja que es la vida y por fin la materia en sintonía, en completa vibración que es la conciencia humana.

En este proceso la materia ha sido programada pero no como algo inerte ya que cada átomo, cada partícula, han estado implicados en una participación desarrollada a través del tiempo y dirigida por las cuatro fuerzas básicas que han regido desde el principio de la evolución cósmica: LA FUERZA NUCLEAR DEBIL, LA FUERZA NUCLEAR FUERTE, LA FUERZA DE LA GRAVEDAD Y LA FUERZA ELECTRO-MAGNÉTICA.

Estas cuatro fuerzas, establecidas por la sabiduría infinita de Dios desempeñan un papel trascendental.

Si la FUERZA NUCLEAR DEBIL (responsable del descenso de la radioactividad) no hubiese mantenido el nivel que posee, todo el hidrógeno que existe, se habría transformado en Helio, las estrellas se habrían disuelto y el agua fundamental para la vida sería imposible.

Si la ENERGIA NUCLEAR FUERTE (Que es la que equilibra los núcleos atómicos) hubiese aumentado solamente 1% nunca se hubiera formado el carbono en las estrellas, y sin carbono no habría aparecido el ADN que conserva la información básica para la aparición de la vida.

Si la FUERZA DE LA GRAVEDAD no hubiese mantenido el nivel que posee no se hubieran podido formar las estrellas y los planetas y en consecuencia no existiría el universo.

De igual manera, la FUERZA ELECTROMAGNÉTICA es responsable de las partículas con carga y de los fotones de la luz guía a los electrones en sus orbitas alrededor del núcleo. Si fuese un poco más elevada se enfriarían las estrellas y ya no tendrían las condiciones necesarias para explotar como súper- novae, y de su explosión no surgirían los planetas, ni los distintos elementos metales y metaloides, entre ellos el Nitrógeno y el Carbono necesarios para la producción y reproducción de la vida.

Dentro de este marco y de las demás constantes universales se han producido las interrelaciones entre las partículas y como consecuencia de estas mutaciones irreversibles que han ido dejando una interioridad en cada elemento básico material que en cierta manera es una forma de vida.

Toda esta compleja actividad de entrecruzamiento permanente de relaciones entre las partículas que están en la base misma de la materia, está programada por la sabiduría infinita de Dios, que ha ido dirigiendo el proceso de la creación y de la evolución llevándolo progresivamente hacia objetivos perfectamente preestablecidos que solo Él conoce y que son cada vez más elevados.

Nos lo confirma la continuidad que hoy conocemos, y que rige y enlaza todos los seres bióticos y abióticos, es decir vivos e inertes (puesta de manifiesto por biólogos y bioquímicos, algunos tan destacados como Ilya Prigore (Premio Nobel de Química 1997) y que nos hace ver cómo la aparición de la vida no fue simplemente el fruto de un azar sino el resultado de este proceso sumamente complejo que desarrolló grandes posibilidades asociadas a una acumulación de casualidades que estaban planificadas dentro de la materia y de la energía iniciales.

Pero en la actualidad, llegando todavía más lejos pensadores provenientes de la moderna cosmología y de la nueva física tales como Frölic, Bohn o Marshall, sostienen la tesis de que la consciencia, que es la forma más alta de la vida se presenta también como un fenómeno cuántico.

Entendiendo por conciencia la unidad coherente que es el resultado del conjunto de relaciones que un punto establece con todo lo que está a su alrededor, que procede del pasado y se proyecta hacia el futuro (En esencia, conciencia es la relación hacia todos los lados y en todas las direcciones).

Dentro de esa planificación evolutiva resultado de la evolución cuántica programada por Dios, encontramos además una característica trascendental que nos da una referencia de hacia dónde se encamina el futuro de la creación. El universo nace como una fuerte entropía (Desgaste de energía utilizable), pero desde el comienzo se muestra como un sistema abierto que se auto organiza y, de forma progresiva y continua, trasciende hacia tramos cada vez más elevados de orden y de vida que, paulatinamente, van escapando de la entropía y se abren a la Sinergia y a la Sintropía (Economía de energía)

Un ejemplo lo encontramos en los fotones de nuestro Sol que son inútiles para él ya que son un subproducto resultante de la fisión nuclear del hidrogeno que lo mantiene activo, pero esos fotones que son un residuo y desorden, van a servir de alimento a las plantas al realizar con ellos el proceso de la fotosíntesis. Bajo el influjo de esos fotones de la luz solar, descompondrán el dióxido de carbono del que se alimentan las plantas y liberarán el oxígeno necesario para la vida de los animales y el hombre.

La manifestación más evidente de esta tendencia la encontramos en los seres vivos que producen entropía pero al mismo tiempo generan estructuras disipativas que escapan de ella en procesos que metabolizan el desorden y que se auto organizan para producir entropía negativa. En algunos casos con energías altamente intensas que tienen escasos niveles de entropía y altas cotas de sintropía; como son por ejemplo las funciones del PENSAMIENTO, LA COMUNICACIÓN y el AMOR.

Sin duda en un futuro no muy lejano los nuevos descubrimientos científicos nos revelarán parámetros, que hoy aún nos son desconocidos sobre la energía infinita y la materia así como la relación cuántica en el proceso de la creación y la evolución, que aportaran nueva luz sobre el desarrollo pasado y el devenir futuro de esta obra cósmica de la creación y del proceso de la evolución que es la más grande obra jamás desarrollada ya que su inicio está en el vacío

cuántico de aquel punto que dio origen al Big-Bang y que se prolonga a través del tiempo y el espacio.

Si observamos la reflexión místico-filosófica y la ciencia a partir de la Física Cuántica, vemos que ambas están poniendo de manifiesto que la Energía Suprema de Espíritu, “La Energía Suprema de Dios”, está en la base misma del Universo, y el Universo, a través del proceso evolutivo del cosmos se dirige hacia el espíritu (circunstancia que puso de manifiesto el paleontólogo Tailhar de Chairden).

Por eso, cuanto más avanza la evolución, tanto más compleja se hace; cuanto más se interioriza, tanto más consciencia posee; cuanto más consciencia posee, tanto más autoconsciente se torna, progresando así hacia niveles más elevados de la vida y del espíritu.

Como vemos por este desarrollo aquí expuesto, la materia, (que es energía densificada) está recibiendo de Dios, su creador a través del Vacío Cuántico y de los QUANTUM DE ENERGÍA, así como de los Bosones, y Fermiones, que surgen de él, un flujo de energía, que al transformarse en opción materia, la sustenta y a la vez genera los elementos básicos del átomo, los quarks, cuya interrelación determina la progresión de cuanto existe hacia estructuras más complejas, dirigiendo así al proceso evolutivo del cosmos.

De esta manera Dios actuando desde el último rincón del átomo, elemento común de cuanto existe en el universo, sustenta y conduce con Su sabiduría infinita la obra de la creación, llevándola hacia su fin último que es, la plenitud.

ARTE, COLOR Y MÚSICA EN EL PÓRTICO DE LA GLORIA DE LA CATEDRAL DE SANTIAGO

CARMEN MANSO PORTO
Doctora en Historia del Arte

Comunicación pronunciada el 4 de mayo de 2019
en el Salón de Grados del Seminario Mayor San Ildefonso de Toledo

El 2 de julio de 2018 tuvo lugar el acto de reapertura oficial del Pórtico de la Gloria, una vez concluidos los trabajos de restauración. Con la asistencia de Su Majestad la Reina Sofía, el presidente de la Xunta de Galicia, Alberto Núñez Feijoo; la presidenta del Congreso, Ana Pastor; el ministro de Cultura y Deporte, José Guirao; el arzobispo de Santiago de Compostela, Julián Barrio, el director de la Fundación Catedral de Santiago Daniel Lorenzo, el deán Segundo Pérez y el presidente de la Fundación Barrié, José María Arias. En los meses de julio y agosto, se abrió el acceso al público con entradas gratuitas en grupos de 25 personas, por orden de llegada. En el lado derecho de la fachada del Obradoiro se hicieron largas filas con una media de dos a tres horas de espera a pleno sol.

Yo misma estuve allí el 27 de agosto. La espera compensó con una visita deslumbradora e impactante de luz y color durante quince minutos. La fachada del Obradoiro también ha sido restaurada. Se puede contemplar la majestuosidad de sus torres y el brillo del granito expuesto al sol. Además de mi dedicación a la cartografía antigua en mi vida profesional, mi otra línea de investigación ha sido la historia del Arte medieval, especialmente el arte gótico gallego. Mi tesis doctoral versó sobre *Arte gótico en Galicia: Los dominicos*¹. Mi director de tesis el Dr. Serafín Moralejo Álvarez, que fue catedrático de Arte Medieval de la Universidad de Santiago y de la de Harvard, ha sido uno de los grandes especialistas del Pórtico de la Gloria. Entre otras obras publicó una de divulgación dedicada a los niños y a los mozos, cuya lectura es muy amena². Mi exposición se fundamenta en sus trabajos y en otras aportaciones de varios investigadores³.

¹ Manso Porto, Carmen. *El arte de la Orden de Santo Domingo en la Galicia medieval*, Editorial de la Universidad Complutense de Madrid, 1991, Colección Tesis Doctorales, nº. 117 / 91, 2 vols. *Arte gótico en Galicia: Los dominicos*, Fundación Pedro Barrié de la Maza, Conde de Fenosa, La Coruña 1993, 2 vols.

Se desconoce el origen del Maestro Mateo y su formación artística antes de llegar a Santiago de Compostela. Los autores del siglo XVIII lo mencionan como arquitecto de Fernando II, que le encargó la terminación de la catedral compostelana en 1168. Su amplia formación en lo más innovador del arte románico y primer gótico francés, en lo que se estaba haciendo en el Camino de Santiago, en el arte bizantino e italiano y en lo mejor de la tradición compostelana justifican las dos hipótesis que se han venido planteando acerca de su origen. La primera que fuese un artista galo afincado en la Península Ibérica, como era frecuente en esa época. La segunda que fuese oriundo de Compostela y hubiese completado su formación en Francia, quizás en un viaje emprendido con algunos canónigos, siguiendo una tradición instaurada por el arzobispo Gelmírez. En este caso, su amplio conocimiento de este arte abundaría en la idea de una estancia prolongada. Independientemente de su presunto origen, galo o hispano, su capacidad para asimilar y sintetizar en un estilo personal todas esas corrientes artísticas es indicativa de su genial personalidad⁴. Hasta 1988, en que se celebró un Simposio sobre el Pórtico de la Gloria conmemorando su octavo centenario, se suponía que, en 1161, Mateo había intervenido en la obra del puente de Cesures (Pontecesures-Pontevedra), adelantándose en siete años su carrera artística conocida y su actividad en Galicia. Se llegó incluso a establecer una vinculación discipular y genealógica con otros maestros ponteadores⁵. El dato fue apuntado como aventurada hipótesis por el padre Sobreira y Salgado en el siglo XVIII y difundido como auténtico por Agustín Ceán Bermúdez y Eugenio Llaguno, como si se hubiese tomado de una noticia documental. En realidad, como pude demostrar en 1988, el pergamino que contiene el legado para la obra del puente de Cesures para nada menciona a Mateo, aunque allí figura otro donativo muy importante para la fábrica de la catedral compostelana, que ha sido muy valorado para documentar la reactivación de las obras de la última campaña por las naves. En efecto, cuando Mateo asumió la dirección de las obras de la catedral, se estaba trabajando en la tercera y última campaña de su cerramiento occidental (ca. 1160-1212) (fig. 1). Se terminaron los últimos tramos de las naves y tribunas. El Maestro Mateo recibió del rey Fernando II de León y Galicia una pensión vitalicia de 2 marcos de plata semanales (100 maravedís anuales). Según Moralejo sería el equivalente a casi dos kilos y medio de plata o unos

² Moralejo Álvarez, Serafín. *O Pórtico da Gloria contado a mozos e nenos*, ils. de M. Uhía, Vigo, Xerais, 1988.

³ Se citan en la bibliografía final.

⁴ Reseña biográfica en Manso Porto. "Mateo, Maestro", en Real Academia de la Historia, Diccionario Biográfico electrónico (en red, <http://dbe.rah.es/>). Para más información véase la bibliografía final.

⁵ Filgueira Valverde, 1948, pp. 49-69.

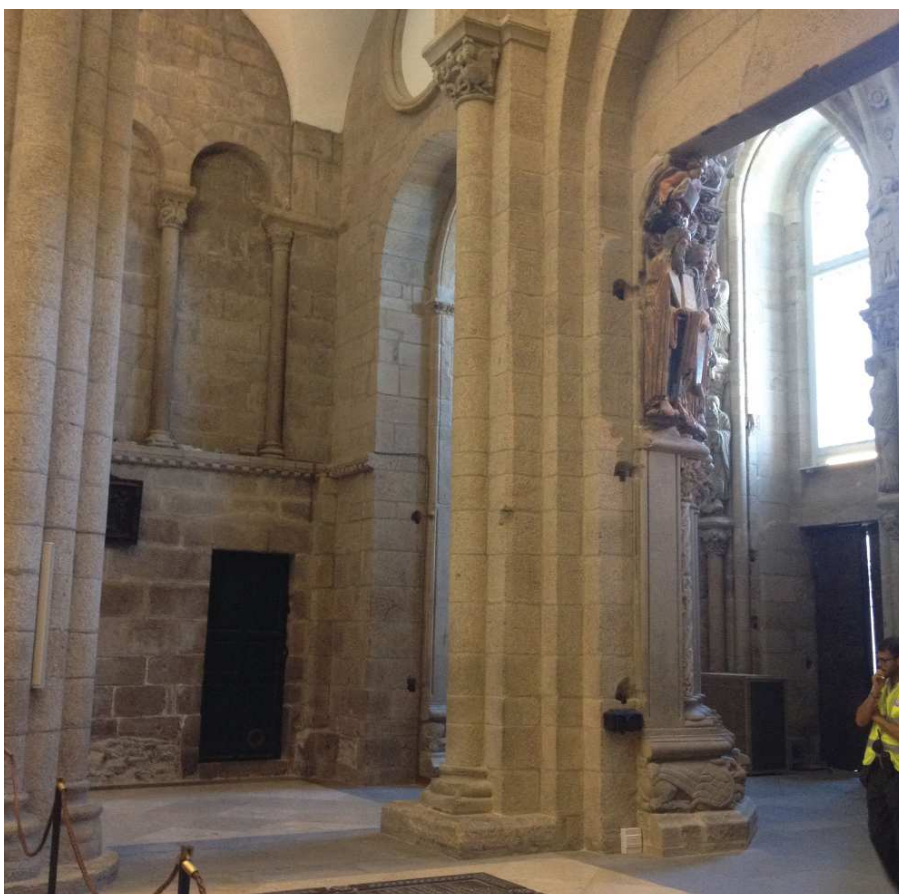


Fig. 1. Catedral de Santiago de Compostela.
Último tramo de las naves y contrafachada. Foto Manso.

cuatrocientos gramos de oro, antes del descubrimiento de América y de la explotación de sus minas y, por lo tanto, valían mucho más que hoy. El diploma real, fechado el 23 de febrero de 1168 y conservado en el Archivo de la Catedral, cita a Mateo como el “que ostenta el lugar principal y el oficio de superintendente de las obras de Santiago”. En efecto, Mateo desempeñó un importante papel en la terminación de la catedral, asumiendo la dirección de las obras. Según la tradición, este artista singular se retrató en la figura arrodillada que se encuentra al otro lado del pilar central, mirando hacia el altar mayor a la escultura de Santiago que allí preside; posa su mano derecha sobre el pecho y sujeta una cartela con la izquierda, como si fuese un evangelista del tímpano (fig. 2). Se representa como un artista intelectual, no como un trabajador manual, a imagen del evangelista Mateo, arrodillado ante el Apóstol y ante Dios. El rico ropaje que ostenta es indicativo del estatus alcanzado con



Fig. 2. El Maestro Mateo arrodillado ante el altar mayor en el basamento del parteluz del Pórtico de la Gloria. Foto Manso.

la pensión real vitalicia. Se le conoce como el santo dos croques (que significa cabezadas o coscorrónes en gallego), por la costumbre de dar en ellas cabezadas los chicos, para alcanzar la sabiduría y aumentar la memoria. Por razones obvias de conservación de la imagen, ya no se permite dar la cabezada⁶.

De la dirección de las obras del Maestro Mateo en el Pórtico hay un testimonio elocuente en la inscripción de los dinteles de la puerta central que conmemora su colocación el 1 de abril de 1188:

⁶ Moralejo Álvarez, 1988, p. 27; Yzquierdo Perrín, 2010, pp. 44-45; Prado-Vilar, 2014, 199-204; Castiñeiras González, 2017, pp. 37-52. Véase algunas hipótesis sobre la escultura en la bibliografía final (Vigo Trasancos, 2017).

“+ AN(N)O: AB INCARNACIONE: D(OMI)NI: M° C.ºLXXX.º VIII.VO:
ERA I.^a CC. XXVI.^a: DIE: K(A)L(ENDAS): / APRILIS: SVPER: LIMI-
NARIA: PRINCIPALIUM: PORTALIUM: // ECCLESIE: BEATI: IACOBI:
SVNT: COLLOCATA: PER: MAGISTRVM: MATHEVM: / QVI: A: FVNDA-
MENTIS: IPSORVM: PORTALIUM: GESSIT: MAGISTERIUM”.

Traducido del latín dice así:

“En el año de la Encarnación del Señor de 1188, en el día 1 de abril fueron asentados los dinteles del pórtico principal de la iglesia del bienaventurado Santiago por el Maestro Mateo que dirigió la obra desde sus cimientos”.

El documento real y el epígrafe confirman que las funciones desempeñadas por Mateo fueron propiamente arquitectónicas. En esta época, el arquitecto adquiere una cierta condición de trabajador intelectual. El propio Mateo se llama Magister en la inscripción. Para salvar el desnivel del terreno sobre el que se asienta la basílica —la cabecera se sitúa en la parte más elevada—, Mateo construyó una cripta, a la que le dio un tratamiento monumental, como si fuese una pequeña iglesia con deambulatorio, transepto y pórtico, para suplir la reducida *confessio* de la basílica tras el altar mayor, en donde rezaban los peregrinos. Sobre ella se apoya el pórtico abovedado —nártex— con tres arcos abiertos al exterior y flanqueados por dos torres. En la cripta se emplean bóvedas de crucería, que son los primeros ecos hispánicos de un gótico borgoñón. En efecto, la mayor parte de la escultura fue ejecutada por un taller borgoñón, que también trabaja en las naves y en las tribunas. En algunas piezas se identifica el estilo de Mateo joven, cercano al Pórtico. Así, la clave decorada con un ángel soportando el sol en uno de los lados del transepto, que hace pareja con otro que sujeta la luna. Ambas figuras evocan la imagen de la tierra cubierta por una bóveda celeste, que necesita del sol y la luna para iluminarse. Encima de la cripta se encuentra el Pórtico de la Gloria que vamos a describir. Pero antes subamos a la tribuna superior. En la clave de su bóveda se representa el Cordero de Dios rodeado por cuatro ángeles con incensarios en los nervios de la bóveda. En el Apocalipsis se dice que la Nueva Jerusalén, la Ciudad Celeste que descenderá al final de los tiempos “no tendrá necesidad ni de sol ni de luna, pues su astro o luminaria será el Cordero de Dios”. Por eso, la luna y el sol sí estaban presentes en la zona terrestre, en la cripta. Aquí en la tribuna, en la zona supracelstial, imagen de la Jerusalén futura, no son necesarios el sol y la luna. Y al igual que su modelo apocalíptico, el Pórtico no tenía puertas. En la ciudad celeste del Apocalipsis se decía que “sus puertas no se cerrarán con el día porque allí no habrá noche, y traerán a ella el esplendor y los tesoros de las naciones”. Iluminaba el coro de la nave central y la estatua de Santiago del altar mayor para aumentar el sentido visionario de la Nueva Jerusalén Celeste (Prado-Vilar). Para proteger el Pórtico de la Gloria del deterioro que estaba sufriendo por las lluvias y vendavales, y por los abusos producidos por

la noche en su interior, en el siglo XVI se hicieron reformas de cerramiento con puertas en los tres arcos. Hasta entonces había estado abierto en la etapa de mayor florecimiento de las peregrinaciones y en un santuario que disfrutaba del patronazgo regio. En la imagen virtual de su estado en 1211 apreciamos el acceso a los tres arcos abiertos a través de unas escaleras laterales y la apertura de la cripta en la parte inferior central (fig. 3). En el siglo XVII, para subir hasta la entrada de la fachada y acceder al Pórtico, Ginés Martínez construyó una escalera de estilo renacentista, inspirada en la de Jacopo Vignola del Palacio Farnesio, en forma de rombo con dos rampas que rodean la entrada a la antigua cripta románica del siglo XII del maestro Mateo. En el dibujo de José Vega y Verdugo se aprecian las puertas y la escalera (fig. 4). En 1738, Fernando de las Casas Novoa construyó la actual fachada barroca, respetando la arquitectura interior del Pórtico y la contra fachada, que sostenía las bóvedas. Cuenta con unos grandes ventanales acristalados que permiten iluminar la antigua fachada románica y se encuentra entre las torres de las Campanas y de la Carraca.

ICONOGRAFÍA DEL PÓRTICO DE LA GLORIA

La denominación de Pórtico de la Gloria procede de las interpretaciones iconográficas del siglo XIX. Anteriormente se llamaba el Pórtico de la Trinidad porque se encontraba frente a la puerta de la ciudad dedicada a la Trinidad o Santo Peregrino, que conducía hacia Finisterre. Según Castiñeiras, el capitel de la Trinidad, que ahora veremos bajo la escultura del Santiago del parteluz, se relaciona con este topónimo. Como pueden apreciar en la imagen del plano virtual de Compostela hacia 1211, la fachada y el pórtico miran hacia la puerta de la Trinidad y el cementerio de los peregrinos⁷ (fig. 3).

En esta portada occidental de la Trinidad o del Pórtico de la Gloria se completa un denso programa iconográfico, iniciado en las portadas del transepto, cuyo contenido reunía la historia del género humano: la caída y promesa de redención en la puerta norte, su cumplimiento en la puerta sur y el Juicio y la Gloria en la puerta occidental. De esta manera, Santiago se anticipa al esquema de las catedrales góticas francesas (fig. 5).

Comenzamos con el **arco de la izquierda**. Aquí se representa al pueblo judío fiel, esperando en los infiernos la liberación con la llegada del Mesías. En la arquivolta superior o externa hay 10 figuras coronadas con cartelas, que están apresadas por una moldura de toro: significa la opresión de la muerte o de la ley antigua antes de la venida del Mesías. Llevan coronas y algunas portan cartelas. En la arquivolta inferior Cristo descende a los infiernos para liberar a los patriarcas de Israel. Vemos vegetaciones exuberantes con figurillas. En el centro, Cristo se figura joven imberbe, representado por su alma entre Adán y

⁷ Castiñeiras González, 2016, pp. 58, 61

Eva, y otras ocho figuras que representan a los patriarcas veterotestamentarios y a las tribus de Judá y Benjamín. El descenso de Cristo se entiende como el descenso de su alma mientras su cuerpo permanecía en el sepulcro hasta la



Fig. 3. Reconstrucción virtual del plano de Santiago de Compostela en 1211
(Foto: Castiñeiras, 2016, fig.37).

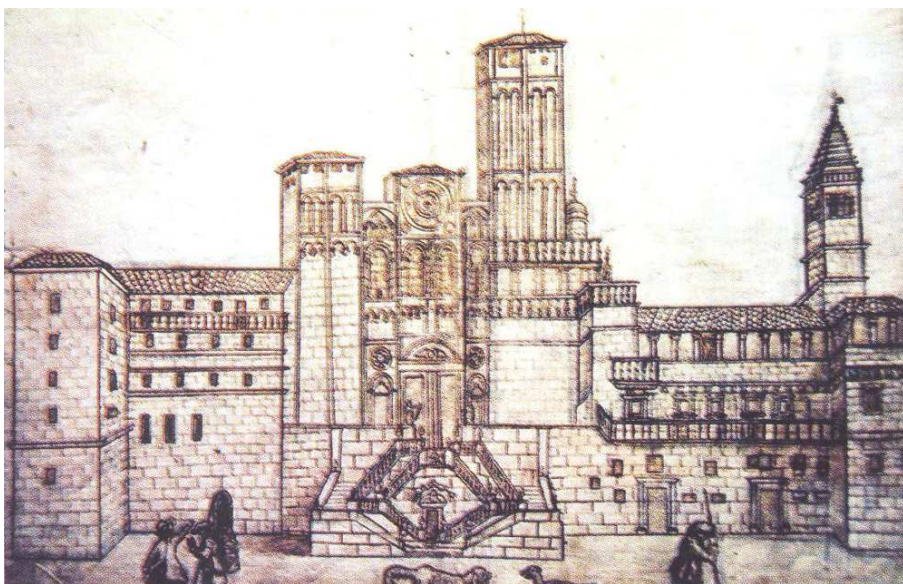


Fig. 4. La catedral desde el Obradoiro. Dibujo de José Vega y Verdugo.
1656-1657. Archivo de la Catedral de Santiago.



Fig. 5. Estampa del Pórtico de la Gloria (López Ferreiro, 1975).

Resurrección. A la izquierda del arco, un ángel trompetero anuncia el Juicio. La Anástasis equivale al Juicio Final para el pueblo judío. A la derecha, un ángel transportando el alma de un hebreo liberado por Cristo a la Gloria (arco central). Otro ángel libera a un hebreo y lo conduce a la Gloria.

En el **arco de la derecha** se representa el Juicio Final. En las claves vemos a Cristo y San Miguel con cartelas, separando a los elegidos y a los condenados. A la izquierda se sitúan los bienaventurados en parejas, conducidos por ángeles. A la derecha se hallan los condenados. Monstruos infernales de aspecto antropoide devoran las almas de los condenados. Los castigos más usuales son el de la lujuria con una mujer a la que dos reptiles muerden sus pechos; los avaros condenados, atados de pies y manos con sogas al cuello y colgados de un ser diabólico que parece un ave de presa. Hay un personaje condenado a morder una empanada (manjar gallego por excelencia), mientras que una serpiente alrededor de su cuello le impide probarla. Otros monstruos muerden las cabezas y los brazos de los condenados. En un capitel frente a las arquivoltas del infierno, en la contra fachada, dos diablos atan a un condenado y le arrancan la lengua con unas tenazas: es el castigo del blasfemo. Junto a la arquivolta de los condenados, un ángel melancólico toca la trompeta llamando a Juicio, siendo una de las esculturas más bellas del Pórtico. Con los otros tres ángeles, localizados en las esquinas del Pórtico, forma el grupo de los cuatro ángeles que, según el Evangelio de Mateo, anunciarán el Juicio Final en los cuatro extremos de la tierra.

En el **arco central** se representa la visión de Mateo con algunos elementos de la visión de San Juan y la de Isaías (los serafines detrás de Jesús) (fig. 6). A ambos lados de Cristo descansan los bienaventurados transportados de los dos arcos laterales coronados con túnicas blancas. En el centro, Cristo resucitado,

coronado, sedente, con el pecho desnudo mostrando las llagas pintadas de los pies, manos y costado, se presenta como Redentor y como Juez. Es una imagen emotiva, sufriente, que muestra la naturaleza humana de Cristo para captar la benevolencia del espectador, más que el temor. Anuncia una nueva espiritualidad, más acorde con el gótico. El descenso a los infiernos y el Juicio Final tienen aquí su punto de encuentro. Él es “El que fue, el que es y el que será”, en una presencia perpetua a lo largo de la historia, reiterada en el ciclo de la liturgia cristiana.

Según Moralejo, con la liturgia del Viernes Santo se relacionan los ocho ángeles portadores de los atributos de la pasión (los llamados *Arma Christi*), en el contexto litúrgico de exhibición de las reliquias: a la izquierda la columna contra la que Cristo fue azotado, la cruz y la corona de espinas; a la derecha, los clavos, la lanza que hirió su costado, la jarra de vino mezclado con hiel, la sentencia y el cartel que Pilatos hizo poner en la Cruz, el flagelo y la caña con la esponja de hiel y vinagre. Si a los romanos les gustaba mostrar las armas de combate, Cristo se presenta en su victoria contra la muerte con las armas que él mismo sufrió en su cuerpo. El Pórtico, muestra, pues, la historia de la Redención. Así lo entendió el obispo Mártir, peregrino de Armenia, en el siglo XV: “todo lo que sucedió desde Adán y todo lo que va a suceder hasta el fin de los tiempos”.

Los cuatro evangelistas se representan escribiendo como notarios de los acontecimientos alegóricos. Se inspiran en la visión de San Juan. Salvo Mateo,



Fig. 6. Pórtico de la Gloria. Tímpano central.

que emplea un pequeño pupitre sobre su regazo para escribir, los demás usan a sus respectivos animales simbólicos: San Lucas con un novillo en su regazo, San Marcos con el león a sus pies y San Juan lo hace sobre el águila. Es de destacar la belleza de sus rostros.

Los veinticuatro ancianos músicos se sientan sobre la arquivolta componiendo el concierto musical silencioso más sorprendente de la Edad Media, tal y como lo describe el Apocalipsis (4, 4): “Vi veinticuatro Ancianos con vestiduras blancas y coronas de oro sobre sus cabezas”. El repertorio de los veintitún instrumentos musicales de cuerda representados es maravilloso: doce ancianos portan fídululas (ocho son ovales y cuatro son fídululas en ocho, cuya caja son dos círculos unidos); dos tocan arpas o liras; dos sujetan salterios de forma triangular; (fídululas o violas, arpas, salterios); dos tocan cítaras de forma trapezoidal, que colocan sobre sus muslos; dos tocan laudes de caja ovalada y en el centro se localiza el *organistrum*. Algunos ancianos portan redomas de cuerpo esférico gallonado: Según el Apocalipsis son “las copas de oro llenas de perfumes, que son las oraciones de los santos”. Dos personajes tocan el *organistrum*: uno gira la rueda de madera que frota las cuerdas y otro toca un pequeño teclado para obtener el sonido. En 1988, con motivo del 8º centenario de la terminación del Pórtico de la Gloria, se reprodujeron los instrumentos de los ancianos, que se utilizan en conciertos de música medieval. Según Luengo, los ancianos están afinando los instrumentos, algunos manipulan las clavijas; otros conversan y comparten notas para la afinación⁸. La mayoría de los instrumentos están pintados de oro para divinizar el sonido tocado por los ancianos.

En el **parteluz** se asientan los dinteles del tímpano central. Consta de un bloque de granito del que emerge un haz de columnas estilizadas. Se apoya sobre un gran basamento con una figura barbada luchando con dos leones de pelaje rizado, identificado con el mítico héroe Gilgamesh, personaje legendario de la mitología sumeria (en el poema viaja buscando la inmortalidad). En el reverso está la citada imagen del Maestro Mateo, el “santo dos croques”. Una columna de mármol se adosa al bloque central en donde se representa el Árbol de Jesé es decir, la genealogía humana de Cristo. Jesé está echado en la parte inferior y le siguen David, Salomón, y la Virgen María. Bajo el relieve de David se aprecia un desgaste del mármol por el rito popular de imponer los cinco dedos de la mano derecha para pedir algún deseo. Por motivos de conservación, ya no se puede tocar.

En el capitel que apea sobre la columna se figura la genealogía divina de Jesús mostrando un niño sobre el regazo de su Padre. La paloma del Espíritu Santo se halla en el cimacio y en los laterales vemos ángeles con incensarios. Es el capitel de la Trinidad. Sobre la columna se alza la estatua sedente entronizada de Santiago el Mayor, con leones a sus pies, justo bajo el Cristo del tímpano. Con la mano izquierda porta un báculo en tau de viajero, que será adoptado por los arzobispos compostelanos hasta el siglo XV. En la derecha des-

⁸ Luengo, 1978, pp. 78-81.

pliega una cartela borrada que decía: “Me envió el Señor”, en alusión a su misión apostólica en Hispania, y así se justificaba la tradición jacobea. Como señala el Códice Calixtino del siglo XII, es el “padre y auxiliador piadosísimo de muchos peregrinos que vienen a sus pies a Galicia”. En este santuario descansan sus restos en la cripta bajo el altar mayor, en donde también preside otra imagen sedente del Apóstol (fig.7). Ambas esculturas conforman un eje longitudinal en



Fig. 7. Estatua de Santiago del altar mayor. Foto Manso.

el interior del templo de occidente a oriente. El Santiago del parteluz es una de las piezas escultóricas más logradas del conjunto. Es destacable el tratamiento de los cabellos y de la barba con finos mechones agrupados y remates formando volutas, al igual que la caída y el tratamiento de los plegados de la túnica y del manto. Encima de la estatua se alza el capitel con las tentaciones de Cristo. En él se aprecia la calidad e intensidad de la policromía recuperada (lapislázu, rojo y dorado).

Las estatuas-columna: Los profetas menores se sitúan en dos parejas bajo el arco izquierdo, el de la antigua alianza (con la bajada de Cristo al limbo para salvar a los justos que murieron antes de su llegada a la Tierra). Los cuatro profetas mayores se encuentran en el pilar que soporta ese arco lateral y el central. Las dos parejas de apóstoles se hallan en el arco derecho del Juicio Final y en el pilar que soporta ese arco lateral y el central. Es decir, los profetas a la izquierda y los apóstoles a la derecha, que son tratados con la misma importancia y gran animación. Se alzan como columnas simbólicas de la Casa de Dios, como corresponde a los vencedores que menciona el Apocalipsis. Se representan en animado diálogo, contrastando sus opiniones, en el mismo siglo que surgió la Universidad y la figura del intelectual; esto es una de las grandes innovaciones artísticas del Pórtico. En efecto, en otras portadas medievales las figuras suelen aparecer con la mirada perdida en el infinito. La presencia de profetas con apóstoles se inspira en el arte bizantino, en donde asisten al Juicio Final como en el Pórtico. El mismo espacio se da a la narración del destino final de los justos antes y después de la Gracia. Los profetas mayores representados de derecha a izquierda son: Moisés, Isaías, Daniel y Jeremías (fig. 8). Moisés sostiene las tablas de la Ley entregadas por Dios y un bastón en tau; Isaías muestra una cartela con una frase alusiva al Juicio (3,13) y el mismo bastón en tau; Daniel indica que Dios fue capaz de salvar de la hoguera a tres jóvenes hebreos (3, 17), y Jeremías exhibe un texto relativo a la contraposición entre la vanidad de las cosas realizadas por los artífices y la palabra de Dios (10, 9-10) y proclama que Yavé es el Dios verdadero. En estos tres últimos, además de los mencionados textos, se leen sus nombres en las cartelas. Según Moralejo, estos profetas se inspiran en el drama litúrgico *Ordo Prophetarum* o Procesión de los Profetas, inspirada en un texto musicado de Saint Martial de Limoges, interpretada en la Edad Media en los maitines de la fiesta de Navidad en algunas iglesias y catedrales, que anunciaba la venida del Mesías. Con ello se quería embellecer la liturgia y hacer explícitos los misterios de la encarnación del Mesías a través de la Virgen María. Según Castiñeiras, seguramente el chantre de la catedral o incluso el arzobispo debieron de supervisar los trabajos y ofrecer al taller de Mateo un programa litúrgico-simbólico. El chantre dirigía los cantos corales de los canónigos y las fiestas en las que se representaban los dramas litúrgicos⁹. Nos detenemos en la figura del joven Daniel.

⁹Castiñeiras González, 2016, pp. 67-70.



Fig. 8. Profetas de derecha a izquierda: Moisés, Isaías, Daniel y Jeremías
(*Maestro Mateo en el Museo del Prado*. Fig. 47, p. 72).

Está sonriendo. En palabras de Moralejo, “después de varios siglos, el arte europeo aprendió de nuevo a sonreír”. Se presenta como abogado de los jóvenes, valedor de la joven Susana y testigo de la liberación de los tres jóvenes hebreos que habían sido condenados por el rey de Babilonia a ser quemados en un horno. El texto de su cartela dice: “el Dios este a quien adoramos [puede libramos del camino del fuego ardiente y de tus manos]”. En efecto, los tres jóvenes hebreos fueron liberados por el Mesías, como ocurrió con las figurillas del arco de la izquierda del Pórtico. Con respecto a la animación de las esculturas, el escritor gallego Álvaro Cunqueiro escribió “todas las figuras de Mateo en el Pórtico son desconocidos, misteriosa gente que él ha visto cruzar... debió conversar con muchos de ellos, y por eso el pórtico está hecho de diálogos, y un oído atento podrá más de una vez recoger noticias de sucesos, confesiones y sorprender oscuras nostalgias”¹⁰.

¹⁰Cunqueiro, Álvaro “Mestre Mateo”, en *La Voz de Galicia*, 11 de marzo de 1953.

Las estatuas columna del lado derecho que soportan el arco central representan a cuatro apóstoles: de izquierda a derecha: Pedro, con las llaves y vestidura de pontífice; Pablo con un libro abierto; Santiago el Mayor con cartela sobre su predicación en Hispania y un báculo en tau, el de los caminantes y usado desde entonces por los arzobispos compostelanos; Juan Evangelista, joven, con libro abierto y, a sus pies, el águila, su atributo.

Los profetas de las estatuas columnas que soportan los arcos laterales carecen de atributos. En la pareja de la derecha podrían identificarse a Oseas y a Joel. En la pareja de la izquierda a Amós y a Abdías.

En los lados laterales del Pórtico se identifican a los apóstoles Andrés y Tomás en el lado izquierdo y a Santiago Alfeo y Felipe, en el lado derecho.

Las estatuas-columna de la contraportada completan el espacio del Pórtico de la Gloria. San Juan Bautista se reconoce por el *Agnus Dei* que sostiene. Según Moralejo, de norte a sur se identifican a Balaam, la sibila Cumana (por su oráculo relativo al Juicio Final); en la puerta central, la figura de la reina Saba formaba pareja con el rey Salomón (estuvo en la fachada medieval y hoy está en la fachada del Obradoiro); al otro lado de la misma puerta se halla el citado San Juan Bautista. En la puerta Sur, el poeta Latino Virgilio y un apóstol sin identificar. Los capiteles de las columnas son variados. Los de la contraportada son de mayor tamaño y figurados. Ya comentamos el capitel de los demonios que arrancan la lengua a un blasfemo con unas tenazas, junto a la escultura de San Juan Bautista. En otro capitel del lado norte se representa a unos ángeles postrados en oración. Predominan los animales entre tallos vegetales; la mayoría son seres fantásticos inspirados en el Bestiario: cabezas de mujer y cuerpos de dragón (sirenas) y se disponen en parejas afrontados. Su intención es moralizante y aluden al pecado. Los cimacios se decoran con tallos ondulantes con hojas de vides que encierran sus frutos: racimos de uvas.

LA RECUPERACIÓN DE LA POLICROMÍA DEL PÓRTICO DE LA GLORIA

Las obras de restauración del Pórtico se iniciaron en 2008 y se terminaron en 2018, bajo el patrocinio de la Fundación Barrié y con la ayuda del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte y de la Fundación Catedral. Primero se corrigieron las filtraciones de humedad y de condensación. Después se recuperó la policromía conservada bajo el polvo, sales y depósitos biológicos. Se hizo una intervención respetuosa sin reconstruir volúmenes y sin rescatar colores perdidos. Así ha recuperado todo su esplendor¹¹.

Según vemos en una reconstrucción virtual, se aprecian tres capas de policromía completas¹² (fig. 9). La primera policromía tardorrománica sería la capa

¹¹ Laborde Marqueze, 2019, pp. 111-118.

¹² YzquierdoPeiró, 2018, pp. 46-48; Taín Guzmán, 2019, pp. 120-128.

original y se sitúa entre 1188 y 1211, fecha de la consagración de la catedral por Alfonso IX. Destaca el pan de oro puro y el azul lapislázuli de Afganistán (emblema de pureza), junto con los colores rojo, verde, blanco y amarillo. El oro y el azul lapislázuli eran materiales de calidad y muy costosos en la Edad Media y se emplearon en obras de patrocinio real.



Fig. 9. Reconstrucción virtual de las tres capas principales de policromía (Fundación Barrié/Fundación Catedral de Santiago, Elaborado Por Petra S. Coop. Pórtico de la Gloria. Guía de visita, p. 46).

La segunda capa se aplicó en las dos primeras décadas del siglo XVI, cuando se remodeló la fachada para poner las puertas al exterior, obra de Martín de Blas (1520). Coincide con la obra del Hospital Real (1501-1520) financiada por los Reyes Católicos. Se usó una técnica de brocado aplicado sobre las vestiduras de las figuras, imitando suntuosos bordados de hilo de oro y plata. Abunda el pan de oro de peor calidad y finas láminas de estaño en relieve con decoración vegetal, floral y frutal adherida al soporte, imitando terciopelo, y pan de plata aplicados en los mantos y túnicas de los apóstoles, profetas y evangelistas. Se aprecia en las figuras de Jeremías, Moisés y san Pedro. El azul cede su primacía al oro y ahora se usa un azul más económico de un pigmento de azurita, más grisáceo. Su aspecto con mucho pan de oro recuerda a los retablos mayores de las catedrales españolas.

La tercera capa data de 1606-1607 coincidiendo con obra de la escalinata de acceso al Obradoiro y la portada central, que se conoce por el dibujo del canónigo José de Vega y Verdugo (fig. 4). De nuevo se doran las figuras con pan de oro formando como un retablo de la época. La gama cromática pierde el virtuosismo y la brillantez. Es la policromía que se ve en muchos puntos del pórtico: profetas y apóstoles de las columnas centrales. En las vestimentas se aplicaron sencillos estampillados de pan de oro como en la etapa anterior (rosetas, discos, cuadrados, etc.), con colores intensos al óleo, según los tejidos europeos y asiáticos. En otras figuras permanecen los brocados aplicados de la etapa precedente. En la actualidad esta capa es la que mejor se conserva y la que se aprecia de forma más homogénea.

Una cuarta intervención parcial corresponde a la época barroca por el pintor Crispín de Evelino, que renovó en 1651 las encarnaciones de rostros, manos y pies de todas las figuras. Su colorido es muy realista y destaca el tratamiento a pincel de los detalles del rostro como el color de los ojos, el pelo de las pestañas, labios, cabellos, mejillas, etc. Las imágenes cobran cierta vitalidad.

En la contra fachada apenas quedapolicromía, solo la cara de San Juan Bautista, de color marrón. En los arcos laterales apenas hay restos de color. En el derecho se aprecia color en la cara de un apóstol. La policromía mejor conservada se localiza en las estatuas columnas de los profetas y los apóstoles del arco central, en los capiteles y en la parte superior del parteluz, y en los relieves del arco central.

ESTILO DEL PÓRTICO DE LA GLORIA: FUENTES, PARALELOS E INFLUENCIAS

Tras la conclusión del Pórtico de la Gloria, los peregrinos que llegaban a Compostela podían encontrar allí algún elemento que les recordaba el arte de su tierra. El Pórtico nos ofrece una síntesis del estilo e iconografía del arte del Camino de Santiago. Una antología del arte románico y del primer gótico europeo. Se aprecian influjos de Borgoña en la concepción arquitectónica del conjunto (nártex y torres flanqueando el Pórtico) y de los talleres de la basílica

de Saint-Denis, necrópolis real y dinástica, cerca de París. Del norte de Francia procede el tipo de portada triple como la de la fachada occidental de la catedral de Chartres. La antigua catedral románica fue arrasada en el incendio producido en una parte de la ciudad en 1194 y solo se pudo salvar la Portada Real, la occidental, con tres portadas flanqueadas por dos torres, que se construyó entre 1140 y 1150. El estilo de Chartres es de transición entre el románico y el gótico y está inspirado en la abadía de Saint-Denis. Los animales del zócalo evocan el arte de Provenza e Italia. De Italia también hay paralelos en el árbol de Jesé y en el supuesto retrato de Mateo. Se aprecia también gran influencia del arte de Bizancio: los mosaicos sicilianos, la miniatura bizantina, y asimismo de la miniatura inglesa. El estilo del Maestro Mateo es inconfundible y nos muestra su formación y capacidad de sintetizar los más variados estilos europeos en una sola obra. En las esculturas se aprecian diversas manos y calidades de los artífices del taller de Mateo, pero todas ellas comparten una directriz común dictada por su Maestro. El Cristo del Juicio Final es un Cristo sufriente, como el que veneraban los cruzados, y está tratado como una verdadera imagen de culto, a la que adoran las figuras del conjunto superior. Se adelanta, así, a las representaciones del Juicio Final de las portadas góticas del siglo XIII. Destaca la calidad de los pliegues de las vestiduras. Se valora el bulto redondo de las esculturas. Las figuras se liberan de su marco arquitectónico. La anatomía de los cuerpos muestra detalles muy naturalistas. Destacan la individualización de los rostros, el tratamiento minucioso de las barbas y de los cabellos con los característicos rizos denominados mateanos, con bucles abultados o mechones ondulados, el naturalismo y la carnosidad de las manos sujetando las cartelas y señalándolas al espectador con el dedo índice.

EL TALLER DEL MAESTRO MATEO EN LA CATEDRAL

La catedral de Santiago fue solemnemente consagrada el 21 de abril de 1211 por el arzobispo Pedro Muñiz en presencia del rey Alfonso XI de León y de su familia con dignatarios de la corte y dignidades eclesiásticas. Ese día se colocaron la mencionada escultura de Santiago en el altar mayor y doce cruces en los muros del templo sobre las puertas menores. Las cruces de consagración campean entre los signos de la luna y el sol, pues en la ciudad celestial “no habrá noche ni luz del sol (Ap. 22, 4-5). De sus brazos penden el alfa y el omega, símbolos de Cristo (A. 22, 13). Están enmarcadas en círculos con epígrafes alusivos a la fecha de consagración y a su celebrante el arzobispo Pedro, y la dedicación al sumo David en honor a Santiago Zebedeo. Las doce cruces son símbolo de los 12 apóstoles en las puertas de la Jerusalén Celeste como del propio Cristo (Ap. 21, 22). Para ello Mateo fue asesorado por el chantre o el arzobispo¹³.

¹³ Moralejo, 1988, pp. 25-26; Castiñeiras, 2016, p. 65.

El coro pétreo fue el segundo gran proyecto del Maestro Mateo, terminado el mismo año de la consagración de la catedral (1211). Ocupaba los cuatro primeros tramos de la nave central. Se retiró en 1604 y fue sustituido por otro de madera, que también se suprimió en 1945 para facilitar el tránsito. Muchas piezas del primitivo coro de granito se reutilizaron en diversos lugares. De las que se pudieron recuperar, los profesores Otero Túniz e Yzquierdo Perrín hicieron una reconstrucción que se expone en el Museo de la Catedral¹⁴. Otra de las obras emprendidas por el taller de Mateo es la escultura de Santiago el Mayor, que preside la capilla mayor y fue modificada y recubierta con una esclavina con piedras preciosas. Ofrece el mismo prototipo que el Santiago sedente del parteluz. Asimismo, el taller se ocupó de la construcción del Panteón Real.

CONCLUSIONES

Compostela es el final del Camino de Santiago, uno de los principales destinos de peregrinación europea desde la Edad Media para visitar el sepulcro del apóstol Santiago. Desde principios del S. XI, los peregrinos seguían la ruta del Camino Francés. Al entrar en la Catedral por el Pórtico de la Gloria, encontraban una explicación existencial de la Historia de la Salvación, cuya meta era la Gloria. El Maestro Mateo creó un espacio sagrado en los últimos tramos de la basílica y en la fachada occidental, que acentuaba su valor como fin de su peregrinación, siendo el Apóstol Santiago su mediador en el Más Allá. Antes de Mateo, la meta del peregrino se situaba en el eje norte-sur de la catedral, en los dos transeptos de acceso y salida de los peregrinos.

En la portada occidental, llamada de la Trinidad y desde el siglo XIX del Pórtico de la Gloria, se completa un denso programa iconográfico iniciado en las portadas del transepto, cuyo contenido reúne la historia del género humano: la caída y promesa de redención en la puerta norte, su cumplimiento en la puerta sur y el Juicio y la Gloria en la puerta occidental. De esta manera, Santiago se anticipa al esquema de las catedrales góticas francesas.

La humanización de las figuras, con variados gestos, anuncia el comienzo de una nueva época. A ellas dedicó Rosalía de Castro un precioso poema: El sol poniente, por las ventanas / de la soledad, lanza serenos / rayos que hieren descoloridos / los ángeles de la Gloria y el Padre Eterno. / Santos y Apóstoles ¡miradlos! parece / que los labios mueven, que hablan bajo/ unos con otros, y allí en lo alto/ del cielo, la música va a empezar / pues los gloriosos concertistas / afinan risueños los instrumentos./ ¿Estarán vivos? ¿Serán de piedra/ aquellos semblantes tan verdaderos,/ aquellas túnicas maravillosas, / aquellos ojos de vida llenos? Su contemplación inspiró a otros artistas y lite-

¹⁴ Otero Túniz e Yzquierdo Perrín, 1990.

ratos a lo largo de los siglos. En el siglo XIX fue consagrado por la Inglaterra victoriana como una obra maestra de la historia del arte universal.

El Pórtico de la Gloria es el más claro eco hispano de los portales reales franceses tanto en sus formas como en su ideología. La imaginería regia-bíblica del Pórtico constituía un arquetipo ideal de la dinastía reinante. Los reyes David y Salomón eran modelos para la realeza contemporánea. Al patrocinar la construcción del Pórtico de la Gloria, el rey Fernando II de León, que reinó entre 1157 y 1188 y fue promotor de la obra del Pórtico, y su hijo Alfonso IX de León, que reinó desde 1188 hasta 1230, contribuyeron a la conclusión de su panteón dinástico y santuario nacional. En efecto, ambos fueron enterrados en el Panteón Real de la Catedral compostelana y el estilo de sus sepulcros se relaciona con el taller del Pórtico de la Gloria. El primero falleció en 1188 y el segundo en 1230. Fernando II y Alfonso IX consideraban al apóstol Santiago su patrono personal y el de su reino. El Pórtico de la Gloria es uno de los monumentos más célebres de la cristiandad medieval.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

A.A.V.V. Actas Simposio Internacional sobre: *O Pórtico da Gloria e a Arte do seu Tempo*, Santiago de Compostela, 3-8 de octubre de 1988, Santiago de Compostela: Xunta de Galicia, 1991.

A.A.V.V. *Ordo Prophetarum. Drama litúrxico do século XII*. Santiago de Compostela: Consello da Cultura Galega, 2006.

CARRO OTERO, José. “El báculo en tau, insignia prelaical de los arzobispos de Santiago de Compostela”, *Revista de la Archicofradía del Apóstol Santiago*, 60, 2018, pp. 21-32.

CASTIÑEIRAS GONZÁLEZ, Manuel Antonio. *El Pórtico de la Gloria*. San Pablo, Madrid, 1999.

———. *El Maestro Mateo o la unidad de las Artes*, en *Maestros del románico en el Camino de Santiago*, Aguilar de Campoo, 2010.

———. “La iglesia del Paraíso: el Pórtico de la Gloria como puerta del Cielo”, en: *Maestro Mateo en el Museo del Prado*, Madrid, 2016, pp. 53-86.

———. “Autores homónimos: el doble retrato de Mateo en el Pórtico de la Gloria”, en: *Entre la letra y el pincel: el artista medieval. Leyenda, identidad y estatus*, Ed. Círculo Rojo, 2017, pp. 37-52.

FILGUEIRA VALVERDE, José. “Datos y conjeturas para la biografía del Maestro Mateo”, *Cuadernos de Estudios Gallegos*, 1948, pp. 49-69.

LABORDE MARQUEZE, Ana. “El proyecto de conservación y restauración del Pórtico de la Gloria”, *Rudesindus*, 12, 2019, pp. 111-118.

LÓPEZ FERREIRO, Antonio. *El Pórtico de la Gloria, Platerías y el primitivo Altar Mayor*, Pico Sacro, Santiago de Compostela, 1975.

LUENGO, Francisco. “Los instrumentos del Pórtico”, en: *El Pórtico de la Gloria. Música, arte y pensamiento*, Santiago de Compostela: Universidade, 1989, pp. 75-118.

MORALEJO ÁLVAREZ, Serafín. “El 1 de abril de 1188. Marco histórico y contexto litúrgico en la obra del Pórtico de la Gloria”, en *El Pórtico de la Gloria. Música, arte y pensamiento*, Santiago de Compostela: Universidade, 1989, pp. 19-38.

———. *O Pórtico da Gloria contado a mozos e nenos*, ils. de M. Uhía, Vigo, Xerais, 1988. Texto en gallego, español e inglés. Publicado también en español por la Fundación Barrié de la Maza, Vigo, 2008.

MANSO PORTO, Carmen. “El documento de 1161 relativo a la supuesta intervención del Maestro Mateo en la construcción del puente de Cesures”, en A.A.V.V. Actas Simposio Internacional sobre: *O Pórtico da Gloria e a Arte do seu Tempo*, Santiago de Compostela, 3-8 de octubre de 1988, Santiago de Compostela: Xunta de Galicia, 1991, pp. 103-115.

———. “Mateo, Maestro”, *Diccionario Biográfico Español*, XXXIII, Madrid: Real Academia de la Historia, 2012, pp. 784-789 y Diccionario Biográfico electrónico (en red, <http://dbe.rah.es>).

OTERO TÚÑEZ, Ramón e YZQUIERDO PERRÍN, Ramón. *El coro del Maestro Mateo*. Fundación Pedro Barrié de la Maza, A Coruña, 1990.

PÉREZ LÓPEZ, Segundo. “El Pórtico de la Gloria: una lectura artística y espiritual”, *Rudesindus*, 12, 2019, pp. 93-110.

PRADO-VILAR, Francisco. “La culminación de la catedral románica: el Maestro Mateo y la escenografía del Pórtico de la Gloria”, en José María Pérez González (ed.), *El Románico y sus mundos imaginarios*. Aguilar de Campoo, 2014, pp. 181-204.

———. “*Stupor et mirabilia*: el imaginario escatológico del Maestro Mateo en el Pórtico de la Gloria”, en *El románico y sus mundos imaginarios*, Aguilar de Campoo, 2014, pp. 181-204.

TAÍN GUZMÁN, Miguel. “Aproximación histórica a las policromías del Pórtico de la Gloria”, *Rudesindus*, 12, 2019, pp. 119-128.

VIGO TRASANCOS, Alfredo. “historia de una invención: realidad y ficción del supuesto autorretrato del Maestro Mateo en el Pórtico de la Gloria”, *Quintana*, 16, 2017, pp. 339-378.

YZQUIERDO PEIRÓ, Ramón (Ed.). *Maestro Mateo en el Museo del Prado*. Con textos de Manuel Antonio Castiñeiras González, José Carlos Valle Pérez, Ramón Yzquierdo Peiró y Ramón Yzquierdo Perrín. Real Academia Galega de

Belas Artes, Fundación Catedral de Santiago y Museo Nacional del Prado. D. L. Madrid, 2016.

———. *Pórtico de la Gloria. Guía de visita*. Fundación Catedral de Santiago, 2018.

YZQUIERDO PERRÍN, Ramón. “El coro del Maestro Mateo. Historia de su reconstrucción”, en *Los coros de catedrales y monasterios: arte y liturgia*, A Coruña: Fundación Pedro Barrié de la Maza, 2001, pp. 137-186.

———. *El Maestro Mateo y el Pórtico de la Gloria en la catedral de Santiago*, León: Edilesa, 2010.

———. *Maestro Mateo y el arte de Galicia*, A Coruña: Deputación da Coruña, Real Academia Galega de Belas Artes, 2015.

———. “Historiografía del Maestro Mateo y su obra”, *Rudesindus*, 12, 2019, pp. 147-186.

XIII JORNADA CIENTÍFICA

El 5 de octubre tuvo lugar, en el Salón de Actos del Museo del Ejército, la Jornada Científica de este curso, que trató un tema de gran actualidad e interés: «Cambio climático y tendencias en movilidad: coche eléctrico, híbrido y de hidrógeno»



De izquierda a derecha, D. Javier de la Villa Albares, D.^a Paloma Castro Lobera ,
D. Juan Carlos Ballesteros Aparicio, D. Carlos Fúnez Guerra y D. Francisco
González de Posada.

Las ponencias presentadas en esta Jornada corrieron a cargo de miembros de la Cofradía Internacional de Investigadores y profesionales de reconocido prestigio:

El Prioste, Sr. Dr. D. Juan Carlos Ballesteros Aparicio llevo a cabo la presentación y coordinación de la Jornada, en dicha presentación nos habló del hidrógeno como un vector energético, que aun siendo el elemento más abundante de la naturaleza, no existe de forma libre y hay que producirlo consumiendo energía que deberían ser de fuentes renovables para contribuir realmente a la mitigación de las emisiones de CO₂.

Tras su intervención, comenzaron las siguientes ponencias:

D. Francisco González de Posada: «Cambio climático: aspectos astronómicos, físicos y químicos»

D.^a Paloma Castro Lobera : «Medida de los gases de efecto invernadero y su contribución a la mitigación del cambio climático»

D. Javier de la Villa Albares: «Acuerdos y políticas europeas, nacionales y autonómicas en movilidad»

D. Carlos Fúnez Guerra: «Movilidad eléctrica híbrida, pura y con hidrógeno»

Terminadas las ponencias tuvo lugar un interesante coloquio con el que se puso fin a la jornada.



CAMBIO CLIMÁTICO Y TENDENCIAS EN MOVILIDAD COCHE ELÉCTRICO, HÍBRIDO E HIDRÓGENO

JUAN CARLOS BALLESTEROS APARICIO

Doctor Ingeniero de minas

Prioste 1º de la Cofradía Internacional de Investigadores

Ponencia pronunciada en el Auditorio del
Museo del Ejército de Toledo el 5 de octubre de 2019

Hoy en día, prácticamente nadie pone en duda que el cambio climático actual es de calentamiento global excepcionalmente rápido, como se está poniendo de manifiesto con el deshielo de los casquetes polares, el aumento de temperatura y acidificación de los océanos, la gran inestabilidad meteorológica, la subida del nivel del mar, etc..., provocado principalmente por la emisiones antropogénicas de CO₂, es decir, la generadas por el hombre como resultado de su actividad humana.

Se puede decir que la lucha contra el cambio climático es uno de los mayores desafíos que tiene la humanidad, de consecuencias parcialmente conocidas pero potencialmente catastróficas

Con la llegada de la revolución industrial se inició un modelo industrial, energético, y productivo basado en una intensa actividad en el uso de combustibles fósiles. Este modelo con su evolución y desarrollo ha llegado hasta nuestros días.

Por una parte este modelo nos ha permitido los mayores logros tecnológicos, sociales y de bienestar jamás conocidos pero también ha puesto en jaque al planeta.

La concentración de CO₂ en la atmósfera hasta la era preindustrial, en 1.750, era de 280 ppm.

Cuando David Keeling, científico norteamericano y padre de la más celebre gráfica en la historia de la ciencia y que lleva su nombre, comenzó en 1.958 sus mediciones de CO₂ en la atmosfera, en la ex base militar en Mauna Loa en Hawai, los niveles de CO₂ eran de 315 ppm y al día de hoy estamos en 417 ppm.

Conviene diferenciar el efecto invernadero natural y el efecto invernadero antrópico o acelerado. El efecto invernadero natural es el fenómeno por el cual ciertos gases en la atmosfera retienen parte de la energía emitida por la Tierra tras haber sido calentado por la radiación solar.

Es un fenómeno atmosférico natural que permite mantener una temperatura agradable en el planeta, manteniendo la temperatura promedio del planeta en 15° C en lugar de -18° C si no se presentara este efecto.

Sin este efecto invernadero natural, la vida en la Tierra no sería tal y como la conocemos hoy en día.

Por otra parte la actividad humana ha generado una gran emisión a la atmosfera de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que bien no existían o se encontraban en pequeñas concentraciones antes de la era industrial.

Cabe recordar que los seis principales GEI son el dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄); óxido de nitroso (N₂O), carburos hidrofluorados (HFC), carburos perfluorados (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

Cada uno de ellos generados en diferentes procesos de la actividad humana. Y con un volumen de emisión directamente proporcional y un potencial de calentamiento inversamente proporcional, en ambos casos, al orden enumerado.

Es decir, el CO₂ representa el 92 % de las emisiones GEI frente al 0,7 del hexafluoruro de azufre. Pero el potencial de calentamiento de una molécula de SF₆ equivale a 23.900 moléculas de CO₂.

El CO₂ se debe principalmente a la combustión de combustibles fósiles, es decir: carbón, gas natural y petróleo.

El incremento de estos GEI en la atmosfera, ha provocado el efecto invernadero acelerado o antrópico que desvirtúa al efecto invernadero natural, provocando un incremento de la temperatura como consecuencia de la alteración del balance energético entre la Tierra y espacio exterior.

En el contexto de la política ambiental, el término de cambio climático ha llegado a ser sinónimo de calentamiento global antrópico producido por el efecto invernadero acelerado descrito anteriormente.

Los sectores que emiten GEI en mayor a menor cantidad, son:

Energía, transporte, Industria, Hogares, Agricultura y pesca.

El sector transporte por carretera, objeto de una ponencia de la jornada, es uno de los grandes sectores generadores de CO₂, responsable de más del 20 % de las emisiones.

El parque automovilístico mundial cuenta con 2.300 millones de automóviles y en España se sitúa en unos 34 millones de unidades contando coches, motos, camiones, autobuses y furgonetas; de los cuales 24 millones son turismos, esto supone un ratio de 1 coche por cada 1,9 personas aproximadamente, de seguir esta tendencia creciente, pronto se podría alcanzar el ratio 1:1.

Como medida para combatir esta cantidad de emisiones de CO₂ se vislumbran como soluciones tecnológicas, entre otras medidas, los vehículos eléctricos, híbridos e hidrógeno.

No hay que olvidar que las baterías del coche eléctrico, principalmente tecnología Ion-Litio, se tienen que cargar con electricidad durante toda la vida útil del coche.

El hidrógeno es un vector energético que aun siendo el elemento más abundante de la naturaleza no existe de forma libre y hay que producirlo, consumiendo energía.

Por tanto la energía eléctrica o su derivada para estos dos fines deberían ser de fuentes renovables para contribuir realmente a la mitigación de las emisiones de CO₂ de este sector.

El acuerdo de París sobre el cambio climático nos da cierto optimismo para ralentizar y frenar los efectos del cambio climático.

En el Acuerdo de París, la UE se comprometió a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en al menos un 40% en todos los sectores económicos para 2030 en comparación con los niveles de 1990, año que se toma como referencia o base.

El Acuerdo de París, establece una serie de medidas para la reducción de las emisiones de GEI a través de la mitigación, adaptación y resiliencia.

En 1990 las emisiones mundiales de CO₂ fueron 22 GtnCO₂ correspondiente a una concentración de 354 ppm y en 2018 se emitieron 33 GtnCO₂ que equivale a 411 ppm.

El Acuerdo de París, establece una serie de medidas para la reducción de las emisiones de GEI a través de la mitigación, adaptación y resiliencia

El Acuerdo de París tiene como objetivo evitar que el incremento de la temperatura media global del planeta supere los 2°C respecto a los niveles preindustriales, buscando, además, promover esfuerzos adicionales que hagan posible que el calentamiento global no supere los 1,5°C.

El Acuerdo de París, reconoce la necesidad de que las emisiones globales toquen techo lo antes posible, asumiendo que esta tarea, lógicamente, llevará más tiempo para los países en desarrollo.

Establece la necesidad de balance cero de las emisiones de GEI, es decir, un equilibrio entre las emisiones y las absorciones de GEI por la Tierra en la segunda mitad de siglo.

CALENTAMIENTO GLOBAL: ASPECTOS ASTRONÓMICOS, FÍSICOS Y QUÍMICOS

FRANCISCO GONZÁLEZ DE POSADA

Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Catedrático de Fundamentos Físicos. Universidad Politécnica de Madrid

Ponencia pronunciada en el Auditorio del
Museo del Ejército de Toledo el 5 de octubre de 2019

1. INTRODUCCIÓN

En esta Jornada Científica sobre el Cambio Climático, debo confesar, como primera manifestación, que la expresión Cambio Climático me resulta, a estas alturas de 2019, vacía de contenido científico y social, por su naturaleza lingüística neutra. En consecuencia, hemos querido titular nuestra fugaz intervención con la expresión ‘fuerte’ -según decíamos en Sociología-, que, además, es notablemente más correcta: **Calentamiento global antropogénico**. Digámoslo claramente, sin tapujos. Como científicos que buscamos la verdad de la realidad natural, que conocemos el proceso a que está sometido nuestro planeta en este breve período humano de unos doscientos años en la larga historia de la Tierra de unos cinco mil millones de años, no podemos dejarnos engañar, en cuanto ciencia, por intereses de otras naturalezas, sean económicos, políticos, ideológicos o religiosos.

La Tierra está, en la fase actual humana, sometida a un evidente calentamiento, es decir, a un incremento de su temperatura media, que afecta no sólo a su cobertura gaseosa, la atmósfera, sino también, y de manera asaz importante, a la hidrosfera y a la litosfera. **¡NO HAY LA MENOR DUDA!** es el grito que debemos lanzar desde el conocimiento científico. Y, por supuesto, acompañarlo del deber moral, en principio y al menos, de afirmarlo con base en la ciencia.

El calentamiento es global, general, en todo el planeta, aunque las referencias se expresen como valores medios. Pero no se trata de que en unos lugares aumente y en otros disminuya, sino que en todos los puntos de registro distribuidos por el globo terráqueo aumenta, aunque eso sí, en unos más que en otros.

El sistema climático es enormemente complejo y a él no se pueden aplicar directamente leyes matemáticas de análoga simplicidad a las que describen los fenómenos físicos básicos, sino que ha exigido la construcción de modelos que aportan unas soluciones de validez crecientemente más firmes, pero no de exactitud plena.

Y tampoco hay ninguna duda acerca de que este calentamiento global, está siendo producido por las acciones humanas, y que es consecuencia del desarrollo, del aparente bien vivir de la humanidad actual, creciente no sólo en riqueza per cápita sino también en el nº de habitantes humanos del planeta, y, por tanto, expulsando al ambiente progresivas cantidades de gases de efecto invernadero.

En síntesis, dado que la cuestión está suficientemente conocida y debatida socialmente, baste como conclusión de esta breve introducción, una afirmación rotunda: el calentamiento global del planeta Tierra es evidente, **sin ninguna duda**, y, además, es de **origen y de crecimiento antropogénico**.

Por tanto, la denominación precisa con la que debemos enfrentarnos a este grave problema es la de **“Calentamiento global antropogénico”**. ‘Calentamiento’, en tanto que progresivo aumento de la temperatura; ‘global’, en tanto que valor incremental medio, general y planetario; y ‘antropogénico’, dado que ha sido y continúa siendo generado, causado, por la actividad humana.

Se trata de un **‘Hecho real’**: ‘hecho’, no hipótesis ni tesis a demostrar, tiene la consistencia de hecho incuestionable; y ‘real’, propio del ámbito de la realidad natural, por tanto, estudiado y comprendido por las ciencias.

Y este ‘hecho’ se refiere a un fenómeno, primordialmente físico, y como tal es propiamente dinámico, y esta **dinamicidad**, en el marco actual de la actividad humana, está dirigida hacia el calentamiento.

Y puede reafirmarse que todo esto, desde las ciencias, se conoce sin el menor género de dudas.

I. EL ESTADO DE LA CUESTIÓN EN PERSPECTIVA SOCIOLÓGICA

2. LA ENCÍCLICA LAUDATO SI’ SOBRE EL CUIDADO DE LA ‘CASA COMÚN’

En nuestro ámbito de la Cofradía Internacional de Investigadores, y en el marco temporal y social entre la Cumbre de París, diciembre de 2015, y la prevista en Glasgow, 2020, con parada próxima en Madrid, COP-25 en este año 2019, debemos asomarnos a la encíclica *Laudato Si’* del Papa Francisco, publicada en el año de la reunión de París, antes de su celebración, el 24 de mayo de 2015, con el fin, podemos decir, de preparar los espíritus de la humanidad con la luz que puede recibir en la actualidad desde del Evangelio.

En ese interregno confeccionamos un Curso para tratamiento multidisciplinar en concordancia con la propia encíclica, desde su fundamentación en la teología, pero dando valor a los restantes ingredientes de la misma, que la

situán en el plano superior de las principales encíclicas que han constituido hasta el presente la Doctrina Social de la Iglesia, en la que tuve el honor y la dicha de instruirme bajo las directrices del cardenal Ángel Herrera Oria en el Instituto Social León XIII, Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Pontificia de Salamanca, allá por los años 1961-66, tiempos de la *Mater et Magistra* y de la *Populorum Progressio*.

Preparamos un Programa en diez lecciones, integrador de los temas que hemos desarrollado en conjunto o mediante aislamiento de distintos capítulos en diferentes foros. He aquí, como marco de referencia de la importancia de la encíclica, a la que no se ha dado todo el valor que posee en el ambiente católico, donde se echa en falta un nuevo cardenal Herrera Oria, que, ampliando el compromiso político mediante trasvase al ámbito social, impulsara la formación y la difusión de la Doctrina Social de la Iglesia, hoy en notoria crisis, como pone de manifiesto el hecho de que la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Pontificia de Salamanca se haya clausurado.

El programa en torno a la *Laudato Si'*, cuya lectura impulsa mediante invitación a dar el salto hacia la propia *encíclica*, se reproduce a continuación.

1. Una lectura **histórica (A)**: continuidad de la Doctrina Social de la Iglesia. (Introducción).
2. Una lectura **histórica (B)**: continuidad de la Doctrina Social de la Iglesia. (Introducción).
3. Una lectura **científica: I**. La crisis ecológica (“I. Lo que le está pasando a nuestra casa”).
4. Una lectura **científica: II**. El *paradigma tecnoeconómico* (“III. Raíz humana de la crisis”).
5. Una lectura **teológica: I**. Teología de la Creación del Universo y de la relación de Dios con su obra cósmica.
6. Una lectura **teológica: II**. Teología de la Creación del hombre: respectividad, relacionalidad, pecado, responsabilidad, compromiso. (“II. El evangelio de la Creación”).
7. Una lectura **sociológica**: su actualidad
8. Una lectura **ecológica**. (“IV. Una ecología integral”).
9. Una lectura **moral**. (“V. Algunas líneas de orientación y acción”).
10. Una lectura **espiritual**. (“VI. Hacia una educación y espiritualidad ecológica”).

En la perspectiva de esta Jornada Científica, nuestra primera mirada debe concentrarse en las lecturas señaladas como científicas, I y II, donde se destaca: 1) El hecho de lo que le está pasando a la Tierra: el calentamiento y los efectos del calentamiento; y 2) La constatación de la raíz humana del calentamiento, su naturaleza antropogénica. Invitación, pues, en nuestro ambiente cristiano de la Cofradía de Investigadores, a disponer del texto pontificio, sólidamente aprehendido, como uno de nuestros referentes en el mundo actual.

3. LA DESPEDIDA DEL PRESIDENTE OBAMA

Barack Obama cumplía en ese año 2015 de la Cumbre del Clima de París su segundo mandato. Llegaba la hora de la despedida. En su campaña electoral de ocho años antes se había manifestado a favor de la lucha contra el calentamiento, pero durante el ejercicio de su presidencia, digámoslo así, se había olvidado de los compromisos electorales, centrados en la reducción de emisiones de carbono (CO₂), ante tantas presiones por tantos otros poderosos del dinero, de las finanzas y de las grandes empresas.

Pero le llegaba la hora de la despedida. Y así decidió un ‘cambio de rumbo’, de su rumbo como presidente de la nación más poderosa del mundo, en medio ambiente. El 3 de agosto de 1915, con el compromiso de limitar las emisiones de gases de efecto invernadero, presenta el denominado **‘Plan de Energía Limpia’**¹. El presidente de los EE. UU. defiende en la Casa Blanca su **plan** para luchar contra las consecuencias del cambio climático: **limitar, por primera vez en la historia, las emisiones contaminantes**. Y así, se decía, Obama añade a su legado la lucha contra el cambio climático.

Veamos algunas de las expresiones más significativas de su discurso, que pueden considerarse básicas, de referencia universal en el espacio planetario relativas al período temporal de nuestras generaciones. He aquí unas frases de solemne relieve:

“El cambio climático es **la mayor amenaza para nuestro futuro**”.

“Somos la primera generación que siente las consecuencias del cambio climático y la última que tiene la oportunidad de hacer algo para detenerlo”.

“Este es uno de esos problemas que, por su magnitud, si no lo hacemos bien, no podremos reaccionar ni adaptarnos. Cuando hablamos de cambio climático, **existe la posibilidad de llegar tarde**”.

“**No hay un desafío** que suponga una **amenaza mayor para nuestro futuro** que el cambio climático”.

El 23 de septiembre Francisco y Obama se encontrarían en los EE. UU. Los dos se habían manifestado con nítida claridad ante el problema del calentamiento.

Con la mirada fijada en París, entonces tan próximo, como referencia mundial del enfrentamiento de las naciones con la problemática que a ellas les incumbe, en un panorama en el que prácticamente han desaparecido los negacionistas, pero que, desde la aceptación del problema común en tanto que científico, discuten entre sí, sin posibilidad aparente de asunción de compromisos político-económicos.

Como símbolos de impacto para la reflexión pueden utilizarse unas fotografías seleccionadas a estos efectos.

¹ En el marco de las críticas, le reprocharon, por otra parte, que aprobó extracciones de carbón en el Ártico.

Primera. Ante las actitudes de estos actores de primera línea, sus ideas y compromisos ¿saldrían victoriosos de París? He aquí una imagen metafórica.



Segunda. ¿Saldrían derrotados?



4. LA CUMBRE DE PARÍS, 2015

Y llegó la conferencia de París, COP21 / CMP11, *Conferencia* de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, del 30 de noviembre al 11 de diciembre de 2015.

El objetivo que proclamaba la Conferencia consistía en concluir un acuerdo mundial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero

El resultado formal inicial que se presenta consistiría en que sólo 49 de los 196 países que formaban parte del proceso contra el cambio climático habían presentado sus planes para reducir emisiones (10/10/2015).

Pero los líderes políticos y religiosos se reunieron en París contra el cambio climático.

Y el combate contra el calentamiento global se plantearía no sólo como cuestión política sino como cuestión de conciencia, que, eso sí, en su caso, exigía la resolución por vía política.



PARIS2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE
COP21•CMP11

La Conferencia presenta malos presagios. A fin de cuentas, el mismo tema, problema y cuestiones que en todas las anteriores.

Francia, por celebrarse en su campo, pretende acelerar el paso para evitar el fracaso, para ‘salvar el planeta’.

5. ACUERDOS DE PARÍS

Se denomina **Acuerdo de París**, dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, al acuerdo, o acuerdos, que establece medidas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Así se marcan horizontes de reducción de emisiones con la aceptación de compromisos por los diferentes países, con objeto de que en ningún caso se sobrepasen los 1,5 a 2 °C (Acuerdo de París) de incremento de temperatura respecto de los niveles preindustriales. Así, para evitar un cambio climático peligroso, el Acuerdo establece un plan de acción mundial que pone el límite del calentamiento global por debajo de 2 °C.

El Acuerdo de París tiende, pretensión, de este modo, un puente entre las políticas actuales, reales, y la neutralidad climática, esperanza, que debería existir a finales del siglo.

El instrumento de que se dispone es la reducción de las emisiones. Y con este objetivo inmediato, el objetivo a largo plazo consiste, como se ha dicho, en mantener el aumento de la temperatura media mundial **por debajo de 2 °C** sobre los niveles preindustriales, con la pretensión de limitar el aumento a **1,5 °C**, lo que reducirá considerablemente los riesgos y el impacto del cambio climático.

Las reducciones estarían basadas en los **mejores criterios científicos** disponibles.

Antes y durante la conferencia de París, los países presentaron sus **planes generales nacionales de acción contra el cambio climático (CPDN)**. Aunque los planes no bastarán para mantener el calentamiento global por debajo de 2 °C, el Acuerdo señalaría el camino para llegar a esa meta.

A fin de cuentas, más esperanzas y deseos que firmeza y compromisos serios.

En resumen, estos serían, pues, los objetivos y las acciones a emprender.

Objetivo: “reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el **contexto del desarrollo sostenible** y de los esfuerzos por erradicar la pobreza”.

Acciones:

a) Mantener el aumento de la temperatura media mundial **muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales**, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles

preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático;

b) Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos; y

c) Elevar las corrientes financieras a un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

6. DE PARÍS, 2015, A CHILE, 2019. NOVEDADES

¿Qué ha ocurrido en estos casi cuatro años que han transcurrido desde la Cumbre de París hasta la anunciada próxima Conferencia de Chile, COP-25? En síntesis, aproximémonos a los tres ámbitos en juego.

a) En la esfera de los **poderes políticos**. Se ha observado una radical marcha atrás, que se ha manifestado mediante la aparición en escena de dos gravísimos **negacionistas**. Sí, a estas alturas del problema, aún surgen políticos de países poderosos negando la realidad de la situación y la del proceso galopante. Son suficientemente conocidos y basta con esta referencia directa sin más comentarios.

Primero. Donald Trump, presidente de los EE. UU., a la cabeza del negacionismo, con una radical brutalidad en formas y por el contenido de sus actuaciones.

Segundo. Jair Messias Bolsonaro, presidente del Brasil, con sus desaforadas acciones destructoras de los bosques amazónicos.

Tras la presencia de estos señores en el ajedrez del Cambio Climático, podríamos afirmar que Barack Obama y Francisco han salido derrotados, y que sus ideas han sido desplazadas de la primacía de las preocupaciones mundiales.

b) En el plano de la **sociedad**. Se ha producido una explosión de exigencias para la “salvación del planeta”. Ha surgido una nueva fuerza, de raíz social, que desde la tradicional dormición se ha convertido en un movimiento de masas, que, con sus lógicos pros y contras, se ha levantado desde la indiferencia casi general. La jovencita sueca Greta Thunberg, con una rara personalidad, tomó la antorcha del movimiento, y, aparte de la utilización que de ella se haya podido hacer, se ha constituido en líder casi silencioso de multitudes. Hoy la sociedad representa una fuerza de importancia desde la sociedad con netas posibilidades de presión sobre los gobiernos.

c) En el **mundo empresarial**. Las multinacionales del sector energético se venían preparando desde hacía tiempo para el cambio, compaginando las fuentes energéticas del ya pasado con las nuevas ‘renovables para un desarrollo sostenible’. Así se están atreviendo numerosas empresas a publicitar su estar en consonancia con la lucha frente al cambio climático.

Pero lo cierto es que, a pesar de la progresiva concienciación social y de la orientación tomada por las empresas, en los tiempos recientes ha repuntado el negacionismo, algo que resulta en sí sorprendente, pero que constituye una forma de actuación enraizada en lo tradicional. Y ante la ‘nueva’ situación crítica debida a la resistencia de gobiernos poderosos, se muestran de nuevo dos polos enfrentados: el de la ciencia honesta y el de los dubitativos, seamos generosos dejándolo así, que se sitúan como negacionistas activos.

Esta situación de nuestro momento histórico, en vísperas de la Conferencia de Madrid, obliga a una renovación de la **necesidad de impulsar la difusión del conocimiento científico**. Desde nuestro punto de vista interesa con esta finalidad poca, pero clara, palabra a la luz de la ciencia, sin perderse en disquisiciones complejas.

Y no resisto guardarme el deseo de invitar a la reflexión de los ‘negacionistas’ ofreciéndoles un texto referente de capital significación en nuestra historia: el que denomino ‘alegato-testamento’ de Jorge Juan de 1773², recordándoles que el *De revolutionibus orbium coelestium* de Nicolás Copérnico se había publicado en 1543, 230 años antes del texto que presentaba el marino científico español, cénit de la Ilustración en España, también en el lecho de muerte como el polaco, con la certeza de que los negacionistas actuales no tendrán herederos allá por el año 2250.

¿Será decente con esto obligar a nuestra Nación a que, después de explicar los *Sistemas* y la *Filosofía Newtoniana*, haya de añadir a cada fenómeno que dependa del movimiento de la Tierra: *pero no se crea éste, que es contra las Sagradas Letras*? ¿No será ultrajar éstas el pretender que se opongan a las más delicadas demostraciones de Geometría y de Mecánica? ¿Podrá ningún Católico sabio entender esto sin escandalizarse? Y cuando no hubiera en el Reyno luces suficientes para comprehenderlo ¿dejaría de hacerse risible una Nación que tanta ceguedad mantiene?

No es posible que su Soberano, lleno de amor y de sabiduría, tal consienta: es preciso que vuelva por el honor de sus Vasallos; y absolutamente necesario, que se puedan explicar los *Sistemas*, sin la precisión de haberlos de refutar: pues no habiendo duda en lo expuesto, tampoco debe haberla en permitir que la Ciencia se escriba sin semejantes sujeciones.

II. CONSIDERACIONES CIENTÍFICAS

7. UNAS IDEAS BÁSICAS

Quizás convenga otra introducción, también considerable como básica, para situar los distintos ámbitos en que se organiza de ordinario la intelección

² Jorge Juan (1773) *El estado de la Astronomía en Europa*. Publicado en la 2ª edición de las *Observaciones astronómicas y físicas*. Se mantiene la escritura del texto original.

humana. Y lo haremos, en principio, en un primer nivel, en el que se sitúan los marcos que clasifican los ámbitos, considerando dos de ellos que se estiman como fundamentales: el del uso lingüístico y el propio de la índole de los ‘saberes’.

A) En el marco de la **Terminología Lingüística** conviene distinguir conceptualmente los ámbitos asociados a las siguientes voces, con objeto de diferenciar con nitidez, tanto como sea posible, la naturaleza de las diversas acciones que deban o puedan arbitrarse.

a) **Predicción**: territorio propio de las **ciencias físicas (y químicas)**, que presentan ante los fenómenos simples la idea deseada de la “exactitud”, de modo que, así, ofrecen “seguridad” formal.

Se destaca en este ámbito el valor de la formalización matemática, consecuente con la creencia galileana de que el Universo está escrito en lenguaje matemático, que desarrollarían primeramente Johannes Kepler e Isaac Newton. Las leyes matemáticas de la Naturaleza aplicadas a los fenómenos simples que representan permiten predecir con exactitud y seguridad los resultados futuros.

Cuando los fenómenos son complejos no disponemos de leyes ‘exactas’, y, en consecuencia ‘seguras’. Pero sí se dispone de modelos físico-matemáticos, progresivamente ajustados a la realidad, que conducen a soluciones aproximadas.

b) **Previsión**: campo gramatical apropiado para las **ciencias biológicas**, territorio de lo posible, de lo probable, de lo “previsible”.

c) **Prevención**: recinto apropiado para la **medicina**, la **salud**, que adquiere sus dimensiones más precisas en el tema de las vacunas y, sobre todo, en el propio de la **Ingeniería sanitaria**: higiene ambiental, sanatorios, hospitales, alcantarillado, abastecimiento de agua, etc., etc.... En última instancia de la **Vida**.

d) **Protección**: ámbito (como término generalizable) de predisposición para la defensa ante los **peligros**, de ordinario concebidos como próximos.

e) **Prelación**: término más adecuado de naturaleza **político-social** que debe que debe utilizarse en la toma de decisiones de gobierno, a la hora de optar entre las diferentes posibilidades que se presentan.

B) En el ámbito lingüístico estimado como **prevención**, elevada ahora ésta a la categoría de marco de referencia para la ‘lucha’ contra el calentamiento global antropogénico, deben distinguirse los distintos ámbitos del marco de nuestra organización intelectual con objeto de disponer de adecuadas valoraciones para el establecimiento de las decisiones correspondientes al ámbito de la **prelación** de actuaciones.

He aquí una estricta relación de ámbitos intelectuales del marco de ‘los saberes’.

1) El del ‘conocimiento’ que corresponde a la **ciencia**, por su objetividad, universalidad, y aproximación progresiva a la ‘verdad’. Aquí se destaca la **Física**, la “ciencia por excelencia”, como la entronizó Ortega y Gasset.

2) El del ‘pensamiento’, que corresponde en parte importante a la sentición, en el que se incluyen la **Filosofía** y las ideologías, como la **Política**.

3) El de los ‘credos’, propio de la **Religión**.

4) El de los intereses (económicos), que se sitúan en la **Economía** y en concreto, en las **Empresas**.

5) El de las actuaciones colectivas, propio de la **Sociología**.

La **prevención** exige, dada la complejidad de los problemas y la limitación de los medios, el recurso al establecimiento de la **prelación**: la opción, en el caso que nos atañe, no puede ser otra que la toma de ‘firmes’ decisiones en detrimento de otras posibles, y ello en los marcos de responsabilidad siguientes, distintos pero interdependientes: 1) los Estados; 2) las Organizaciones internacionales; 3) las Empresas; y 4) los Ciudadanos, la sociedad.

He aquí, y así, el reto para nuestras ‘generaciones’ presentes (y las futuras)

8. CONSIDERACIONES PRIORITARIAMENTE ASTRONÓMICAS

En la etapa presente no hay ninguna variación notable de los factores que intervienen en la temperatura media del planeta: 1) no hay especial radiatividad solar, el Sol está en fase normal; 2) no hay cambio en la órbita terrestre; y 3) no hay novedades en los movimientos de la Tierra.

Desde perspectivas astronómicas no está sucediendo nada que oriente hacia el cambio de temperaturas. La tierra se encuentra en un momento ‘normal’ dentro del dinamismo general de toda realidad.

Los tres parámetros más representativos del problema: a) concentración de CO₂ en la atmósfera; b) Temperatura atmosférica; y c) nivel del mar; se encuentran disparados, muy altos respecto a la etapa anterior, aunque en eras geológicas hayan existido otras más o menos análogas. Las representaciones gráficas de estos parámetros en función del tiempo cósmico muestran que siguen trayectorias análogas en clara correspondencia.

9. CONSIDERACIONES PRIORITARIAMENTE FÍSICAS

El objeto de referencia principal es la atmósfera. En ésta se manifiesta expresa y cuantitativamente el ‘calentamiento global’ actual, consecuencia del perfectamente conocido ‘**efecto invernadero**’. Dos variables, magnitudes físicas, juegan los papeles básicos: la temperatura y el tiempo. Las preguntas son: ¿Cuánto sube, o crece, la temperatura? y ¿En cuánto tiempo?, o ¿a qué ritmo?

Se conoce perfectamente, sin ningún género de dudas, que la cuantía de gases de efecto invernadero en la atmósfera crece con continuidad, de modo que los niveles estimados de la concentración de los gases considerados como

más significativos han evolucionado en los últimos 35 años, aproximadamente, en las siguientes cantidades: el dióxido de carbono, CO₂, de 340 a 410 ppm (partes por millón); el metano, CH₄, de 1,65 a 1,90 ppb (partes por billón); y el óxido de nitrógeno, N₂O, de 300 a 330 ppb.

Esos gases, en concentraciones crecientes, incrementan su función de efecto invernadero, de manera que, si su existencia, en ‘niveles ordinarios’ (p.e. los existentes antes de la revolución industrial), facilitan la vida al situar la temperatura media del planeta en unos 15,5 °C en vez de los -17 °C que correspondería al planeta Tierra por su situación respectiva al Sol. ¡Gracias al efecto invernadero! Pero ¡ojo!, al crecimiento del efecto invernadero. Y atención a la velocidad de su crecimiento en nuestras generaciones.

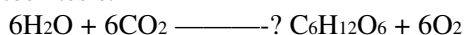
La concentración de estos gases en la atmósfera crece, y lo hace ostensiblemente. ¿En cuánto tiempo? He aquí parte del problema: la velocidad del crecimiento. Se trata, pues, ahora de la conjunción de dos variables físicas: la cantidad de materia (de gases de efecto invernadero, que se mide y expresa por su concentración) y la duración del proceso (el uso ordinario de la magnitud ‘tiempo’, de desarrollo del proceso de calentamiento en el que nos encontramos).

Se considera como ‘ciclo natural’ del CO₂ el referente a ‘equilibrio dinámico’, de cuantía constante de CO₂ en la atmósfera, existente antes de la revolución industrial, de modo que la cantidad de dióxido de carbono expulsado a la atmósfera por plantas y animales más el fuego de los bosques era equivalente a la cantidad de CO₂ que las plantas retiraban de la atmósfera por la fotosíntesis.

Este equilibrio dinámico -constancia de la concentración- pero con ciclo de ganancia-pérdida equivalente en fluencia continua, se ha deshecho con la civilización actual, bajo el paradigma del ‘progreso indefinido’: transportes (automóviles, trenes, aviones, etc.), industrias, calefacción, generación de electricidad, etc.

10. CONSIDERACIONES PRIORITARIAMENTE QUÍMICAS

Sin salirnos de la idea de fijar sólo unos aspectos básicos, suficientes para el establecimiento de la expresión derivada del conocimiento científico ‘sin la menor duda’, que pongan de manifiesto el ‘saber’ actual de las ciencias, basta recordar de la química-biológica la ecuación química fundamental global de la fotosíntesis:



Esta ecuación expresa que agua y dióxido de carbono bajo la energía que aporta la luz del Sol produce glucosa y oxígeno; es decir que las plantas, en su vivir, retiran CO₂ de la atmósfera (materia inorgánica) y aportan: 1) glucosa (materia orgánica: lípidos, proteínas, celulosa); y 2) oxígeno.

El problema, desde esta perspectiva, se agrava no sólo por la insuficiencia de zonas verdes sino por la disminución de tierras boscosas para su dedicación a

otros fines. (Como ejemplo más notable se cita la tala e incendios en la selva brasileña).

11. VISIÓN DECONJUNTO

La variable más característica para designar el calentamiento es lógicamente la temperatura. Así, se admite la ‘temperatura media’ del planeta, que se estima mediante cálculo de las temperaturas registradas en numerosos puntos. Y haciendo uso de modelos matemáticos progresivamente mejorados se calcula este valor medio de referencia. Y con ellos puede estimarse que la temperatura media ha subido algo más de 1 °C en los últimos cincuenta años. Y con respecto a estas notas de referencia se lanzan las ideas de control del calentamiento con orientaciones de futuro poniendo límites a la frontera del incremento de 2 °C, situación estimada calamitosa para la vida.

Estos modelos se aplican tomando como variable fundamental la cantidad de emisiones y a partir de este dato (conocido en el pasado, estimado hacia el futuro) predecir lo que sucederá en el futuro en función de las emisiones generadas.

12. ANTE LA CONFERENCIA DE CHILE, COP-25, PRELUDIO DE LA CUMBRE DE GLASGOW, COP-26

Estamos a 5 de octubre de 2019, en vísperas de la Conferencia de Chile, en este año 2019. Las previsiones se nos presentan como inútiles, insultantemente estériles. Hacen falta políticos, aunque sean muy pocos, que vayan dispuestos a ‘salvar el planeta’ para la vida, ya que como planeta físico no tiene ningún problema. Pero nos anuncian que mandan miles y miles de políticos, que se presentarán como turistas, sin mando en los gobiernos respectivos y sin ciencia en sus cabezas. Dos hipótesis extremas planean, decimos con optimismo, porque la realidad muestra sólo una de ellas, sobre el desarrollo de la próxima Conferencia.

Hipótesis 1: presencia determinante de científicos que han convencido a los gobernantes y representan el ‘poder de la sabiduría’ que se impone a las sentencias y a los intereses. Siendo la predicción característica propia de la ciencia, esta hipótesis es nada predecible.

Hipótesis 2: dominio de un elevado número de turistas, demasiados, que a la llamada de la Conferencia se paseen por Madrid sin que los gobernantes asuman compromisos necesarios.

Pecando de optimistas, diremos sólo que serán muchos más los paseantes aprovechados para un descanso turístico que los trabajadores en defensa del planeta. Tumulto, políticos de menor rango que turistejan gratis, a costa de los ciudadanos, y que se reúnen para no resolver nada. Escándalo social, vergüenza pública, desazón científica.

13. A MODO DE CONCLUSIÓN

Sin ignorar la realidad sociopolítica en la que nos encontramos, mantengámonos firmes en nuestro credo: “**Contra toda esperanza, esperemos**”.

También, fe, además de conocimiento, en la ciencia, contra toda y tanta anti-ciencia fundada en ideologías, intereses y religiones

La Tierra está, en la fase actual humana, sometida a un evidente calentamiento, es decir, a un incremento de su temperatura media, que afecta no sólo a su cobertura gaseosa, la atmósfera, sino también, y de manera asaz importante, a la hidrosfera y a la litosfera. ¡**NO HAY LA MENOR DUDA!** es el grito que debemos lanzar desde el conocimiento científico. Y, por supuesto, acompañarlo del deber moral, en principio y al menos, de afirmarlo con base en la ciencia.

Sólo queda que demos **testimonio de amor a la ‘Casa común’**, al bien común primario, que es el planeta Tierra.

LA MEDIDA DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA ATMOSFERA Y SU CONTRIBUCIÓN FRENTE A LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

PALOMA CASTRO LOBERA
Delegada de AEMET en Castilla-La Mancha

Ponencia pronunciada el 5 de octubre de 2019
en el Auditorio del Museo del Ejército de Toledo

1. INTRODUCCIÓN

El continuo y persistente incremento antropogénico de los gases de efecto invernadero en nuestra “casa-común” en palabras del Papa Francisco está provocando el aumento de temperatura creciente que provoca otro cambio climático y la emergencia climática actual de origen antropogénica. Ahora es el tiempo para intentar mitigar el efecto invernadero y el cambio climático a nivel político, y a ello se puede contribuir como sociedad, a nivel de familia, e incluso a nivel personal ejercitando ciertas “virtudes ecológicas” que reconoce el Papa Francisco en su encíclica Laudato Si que pueden y deben estar al alcance de todas las personas humanas. ¿Qué hacemos en España? Desde el año 1984 en Izaña y para todo el Océano Atlántico Norte, el Centro Internacional Atmosférico de Izaña (ICAR, que pertenece a la Agencia Estatal de Meteorología y también al Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC) realiza medidas de alta calidad de gases de efecto invernadero (GEI) atmosféricos. Estas medidas se toman y procesan in situ, en el Teide, en el histórico Observatorio de Izaña, que ya ha cumplido 100 años. Se encuentra situado a unos 2.373 metros, por debajo de la cumbre del Teide y muy cerca del Observatorio Astrofísico de Canarias. A dicho nivel esta inmensa estación de la red de Vigilancia Atmosférica Global, trabaja de acuerdo con las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

Los componentes más importantes del aire son el nitrógeno 78,084% y el oxígeno 20,946%) (Figura 1) [Ref.2] Con el objetivo de alcanzar la alta calidad requerida en estas difíciles medidas del aire y de sus trazas que solo ocupan un

0,0415% de este gas, el Observatorio de Izaña, años después que el observatorio de Mauna Loa, construyó sus sistemas de medida específicos que funcionan con mucha exactitud. Los sistemas de medida iniciales eran calibrados de forma continua. La calibración se hacía usando patrones de trabajo contruidos en Izaña usando aire natural. Estos patrones de trabajo “locales” eran calibrados frente a los patrones originales proporcionados por el Laboratorio Central de Calibración de la red de Vigilancia Atmosférica Global de la OMM cada dos semanas.

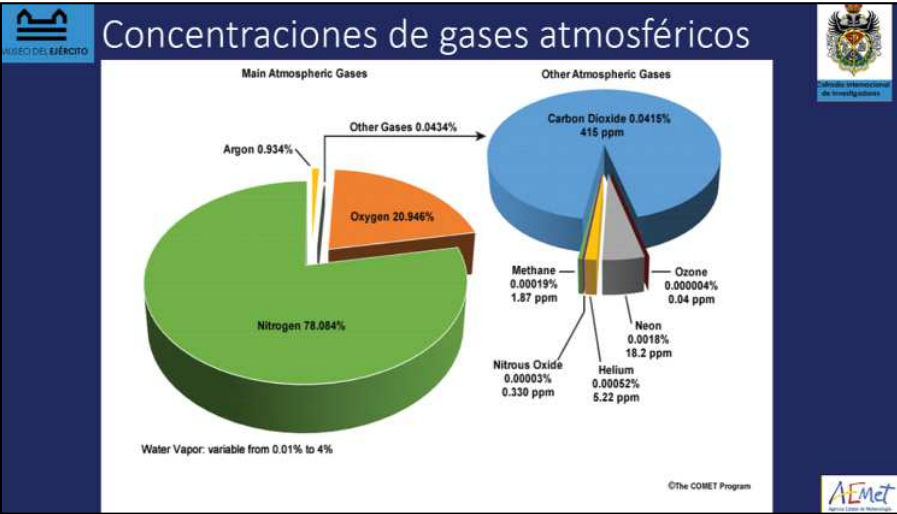


Fig.1 Composición del aire: gases principales y trazas de otros gases.
Fuente: Programa COMET

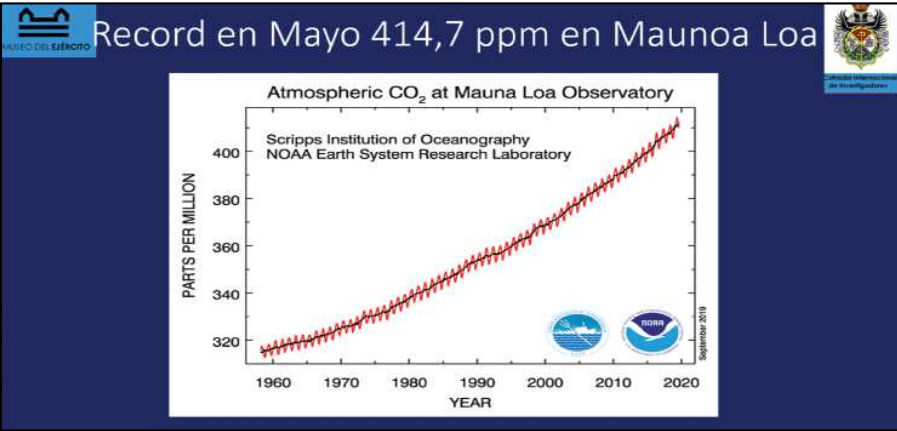


Fig. 2. Fracción molar global en promedio anual del CO₂ en el Observatorio de Mauna Loa en el Pacífico desde 1957. Fuente: Laboratorio del ERSL de la NOAA

El observatorio pionero en hacer las medidas de GEI fue el de Mauna Loa en el Pacífico Norte. Y es el laboratorio de referencia mundial para el Atlántico Norte, donde se comenzaron a hacer medidas en el año 1957. En la actualidad a fecha de mayo de 2019 ha alcanzado los 414,7 ppm (figura 2).

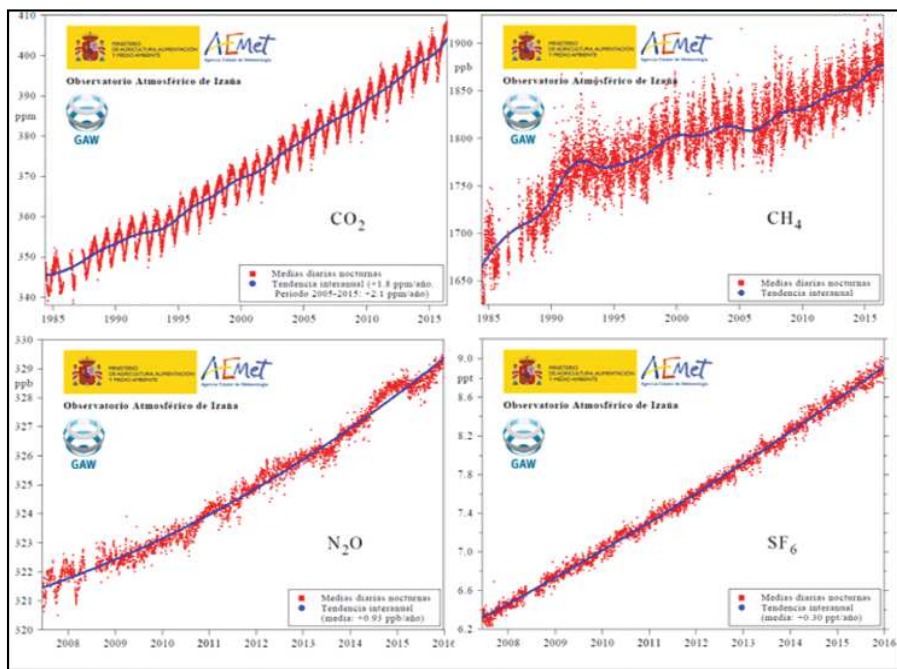


Fig.3 Fracciones molares en promedio anual para CO₂, NH₄, N₂O y SF₆

Estos valores representan respectivamente, el 144%, 256% y 121% de los valores preindustriales (anteriores al año 1750). En el mes de abril del año 2019 la medida se incrementó de nuevo a otro record histórico, el de 415 ppm para el CO₂. El hecho de que las fracciones molares medidas en Izaña sean mayores que los promedios mundiales de atmósfera de fondo, puede ser debido a que la mayor parte de fuentes antropogénicas de dichos gases se encuentran en el hemisferio norte. El incremento de CO₂ a nivel global de 2014 a 2015 (diferencia de promedios anuales) fue de 2.3 ppm, el de CH₄ de 11 ppb, y el de N₂O de 1.0 ppb (muy parecidos a los medidos en Izaña). Este incremento anual de 2.3 ppm es mayor que el del año previo. También es mayor que el del promedio de los últimos diez años (2.1 ppm/año), lo que puede ser debido a “El Niño” que tuvo lugar en los años 2015 y 2016.

El forzamiento radiativo más significativo proviene del anhídrido carbónico y de los demás gases de efecto invernadero de larga vida (en menor medida). En conjunto dicho forzamiento ha aumentado un 37% respecto al nivel de 1990 (siendo el CO₂ responsable de un 80% de dicho incremento)

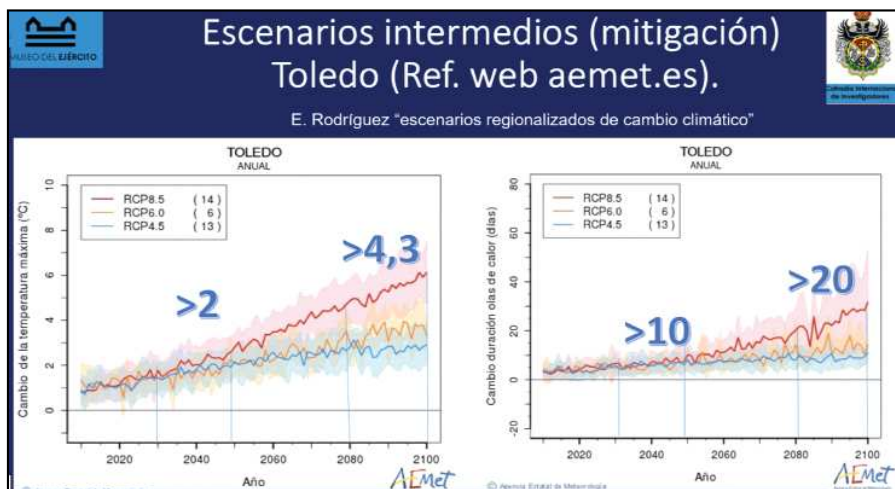


Fig. 4. Cambio previsto de la temperatura máxima y de la duración de las olas de calor en Toledo en 2100 si no se hace nada para remediarlo

Para hacernos una idea de lo que supone este aumento de CO₂ continuo en la atmósfera podemos ver lo que podría ocurrir en Toledo considerando los escenarios futuros previstos con los diferentes “modelos de emisión RCP” con y sin mitigación en 2100 (Figura 4). Se entiende que si “no hacemos nada” según los modelos de nuevos escenarios de emisión (modelos RCP8.5 con 8,5 W/m² de forzamiento radiactivo por persona), se podría llegar a un aumento de la temperatura máxima de más de 2 °C en el año 2040 y de más de 4,3° C en el año 2100.

Así mismo, si no hacemos nada para remediarlo, se podría aumentar la duración de las olas de calor hasta 10 días en 2040 (con el modelo RCP8.5). También según los escenarios de emisión podrían resultar que las olas de calor llegarían a ser, en Toledo, de más de 20 días en el año 2100. Esto dificultaría la vida en esta capital, que ya actualmente Toledo tiene un clima continental árido con una temperatura media anual de 15,7°C y unos 342 mm de precipitación anual, por estar en el centro de la península. Pero es que –si no se hace nada para remediarlo- en el año 2100 su clima podría llegar a ser desértico tal que se parecería al clima Sahariano.

Por último, antes de pasar a cada tecnología o procedimiento de medida del anhídrido carbónico queremos recordar los límites que se imponen a nivel global. Hay un consenso científico para tratar de mantener el incremento global de temperaturas dentro de un umbral seguro que “no supere un incremento de temperatura de unos 1,5°C”. Para ello será necesario –en 2030- haber reducido a nivel global en un 45% las emisiones del año 2017. También será necesario emisiones próximas a 0 de CO₂ para el año 2050. Estos objetivos implican el abordaje de un “proceso de descarbonización” de la economía.

Esta debe abordar un mix de energías en el que la componente de las energías renovables sea más y más importante, junto con el componente fijo que viene de la aportación de las energías no renovables.

2. ESPECTROSCOPIA CAVITY RING-DOWN EN IZAÑA

En 2016 para mejorar su medida el Observatorio de Izaña adquirió un analizador in situ de gases de efecto invernadero tipo Picarro. Este analizador de gases de efecto invernadero (GEI) esta basado en una poderosa técnica espectroscópica de absorción de radiación laser tambien llamada, Cavity Ring Down Spectrometry. Con esta técnica se puede evaluar la longitud de onda que corresponde a cada traza, mediante absorción láser. (Figura 4) La adquisición de la máquina tipo Picarro (rondaba el millón de euros) y había sido recomendada para su homologación con las de la red europea ICOS o red integrada para la Observación del Carbono, en inglés “Integrated Carbon Observation System”. Se llevo a cabo gracias a la ayuda del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER-UE) via el entonces Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medioambiente (actual Departamento de Transición Ecológica y Reto Demográfico) siendo el Director del ICAR el Dr. Emilio Cuevas Agulló. El Centro de Investigación Atmosférica de Izaña (CIAI) adquirio un analizador in situ de CO₂, CH₄, CO y H₂O basado en la potente técnica de absorción laser. (Figura 5). Por otro lado, la red ICOS cuenta con numerosas estaciones en ecosistemas, en océano y en atmósfera en muchos países europeos y a partir de 2021 España se integrara ya no solo con el iCAR en Tenerife sino en varios puntos en la península con otros observatorios en tierra y en el Mediterráneo. Con respecto a los instrumentos de medida in situ de gases de efecto invernadero basados en técnicas espectroscópicas, estos tienen una función respuesta más estable en el tiempo que sus predecesores (analizadores infrarrojos no dispersivos o NDIR y cromatógrafos de gases). Requieren una menor frecuencia de calibración con patrones gaseosos trazables a los estándares primarios de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Por ejemplo, los sistemas analizadores NDIRs mencionados, se tenían que calibrar con mucha frecuencia. De hecho cada hora, durante 9 minutos, se calibraban con 3 gases patrón cuaternarios de la OMM, y el proceso se repetía durante las 24 horas del día, y los 365 días del año. La frecuencia de calibración con el CRDS es mucho menor. Además, la máquina tipo Picarro tiene la ventaja de medir simultáneamente varios gases de efecto invernadero y simplifica el proceso. En el caso de Izaña en vez de usar 2 espejos dentro de la cavidad que absorbe el láser se usa 3 espejos y el láser dentro de la cavidad de 20 cm se puede desplazar unos kilómetros por “rebote del haz de luz” en ellos. En el caso de Izaña en vez de usar 2 espejos dentro de la cavidad que absorbe el láser se usa 3 espejos y el láser dentro de la cavidad de 20 cm se puede desplazar unos kilómetros.

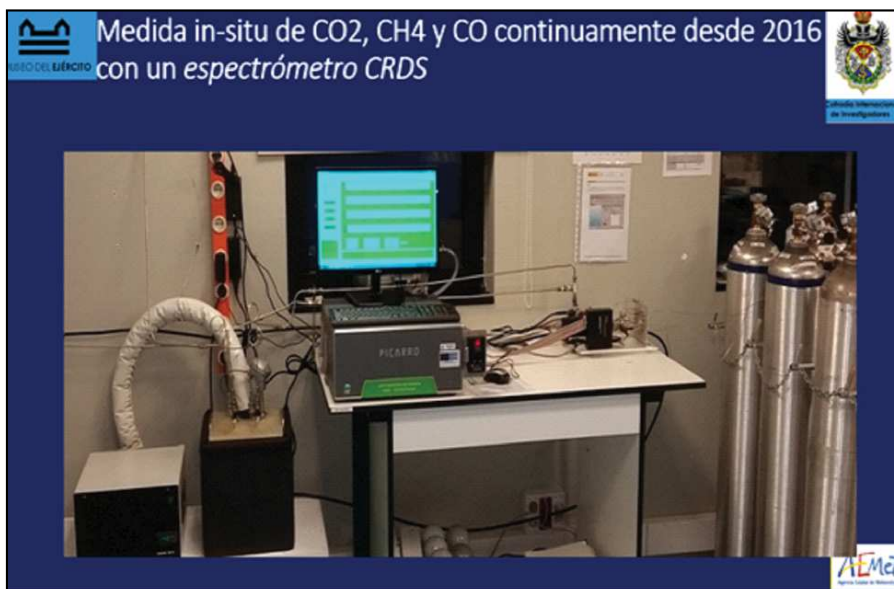


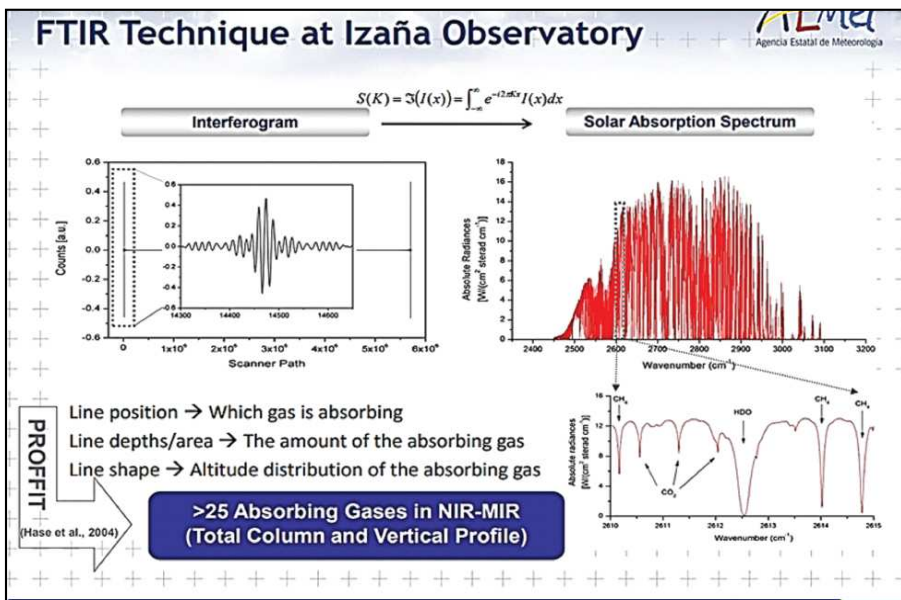
Fig. 5. Máquina tipo Picarro con la que se visualizan las medidas de la concentración de los gases CO_2 , CH_4 y otros GEI con la espectrometría CRDS

3. ESPECTROMETRÍA DE TRANSFORMADA DE FOURIER EN INFRARROJO

Por otro lado, para la medida de CO_2 en toda la columna atmosférica (XCO_2) se utiliza la técnica de medida basada en la Espectroscopía de Transformada de Fourier en Infrarrojo (Figura 6) que no es tan cara como la tecnología (CRDS) y la puede complementar. Esta sofisticada técnica –de alta óptica– permite entresacar de los espectros de radiación solar la región y las bandas donde están las líneas espectrales correspondientes a cada gas de interés. Con ella podemos saber de qué gas de efecto invernadero se trata y cuál es su concentración en toda la columna de aire. La técnica FTIR requiere un interferómetro de Michelson por el que se canaliza y desplaza de modo controlado el haz de luz solar. También sirve para validar a su vez, a las medidas que hace el Interferómetro Atmosférico Espacial Integrado IASI, a bordo del satélite polar Metop-C. Las contribuciones más interesantes sobre la técnica FTIR son publicadas por la Dra. Omaira E. García, experta en tecnología FTIR cuando hay que hacer los minuciosos ajustes operativos de lentes de la empresa alemana BRUKER de alta precisión y ejecutar los procesos del software Proffit.

Las modernas estaciones EM27/SUN (sólo cuestan unos 80.000 euros) están actualmente formando una red emergente llamada Collaborative Carbon Column Observation Network, que se pretende pueda llegar a ser

global. Esta red emergente, por ahora solo cuenta con 18 estaciones. La red COCCON proporciona observaciones no en ningún caso en tiempo real. Son medidas que requieren post-proceso. Se hacen en campañas en las ciudades de Europa con la EM27/sun de XCO₂ o XCH₄ que puedan estar disponibles en tiempo real y que sirvan para determinar el paso de “nubes contaminantes de GEI” para investigar su término fuente y poner remedio de mitigación.



El post-proceso es complejo y puede requerir algunos meses. Las campañas que se han organizado in situ cuando se han desplazado a ciudades “contaminadas” como Paris, Madrid, etc, donde se pretende poder llegar a analizar en tiempo real analizar los GEI en las carreteras de circunvalación (como la M-30 y la M-40) para ver que nubes entran limpias y que nubes salen “sucias” de la ciudad, Asi que se cambia a las preocupantes condiciones de aire en sitios mas contaminados por el abundante tráfico de vehículos basados en combustibles fósiles. Se trata de poder ir sustituyendo en los próximos 5 años o en la próxima década una movilidad eléctrica o híbrida o de coches basados en el vector hidrógeno. (figuras 7 y 8).



Figura 6. Técnica de Transformada de Fourier en Infrarrojo para medida de GEI en columna



Fig. 7. Red de colaboración para medidas de CO2 llamada “Red de Colaboración para formar el Sistema de Observación del CO2 a nivel global”, en inglés” Collaborative Carbon Observation System Network” Fuente: Frey, KIT

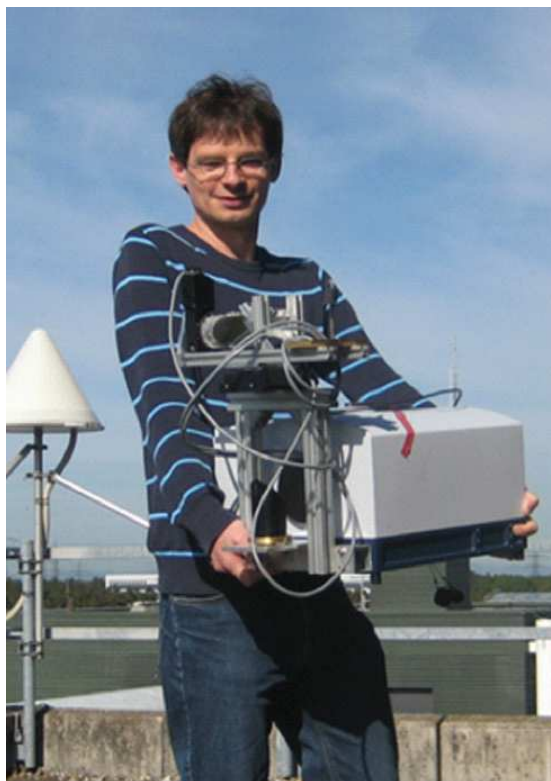


Fig. 8. Estación EM27/Sun portátil de la red COCCON para medidas de GEI in situ. Fuente; Frank Hase, KIT (Ref.11)

4. ALGUNAS CONCLUSIONES

El aumento de 4PgC/año (IPCC) y el del CO_2 esta determinado por las actividades humanas y no es debido a causas naturales. Cualquiera que sea su impacto, hay que reducirlo o intentar mitigarlo

Para conocer la variabilidad interanual del CO_2 in situ tenemos los importantes observatorios de la Red de Vigilancia Mundial VAP de Mauna Loa en el Pacífico Norte e Izaña en el Atlántico Norte. Ambos dan medidas similares que han alcanzado unos 415 ppm en CO_2 , cifra que fue el hito de 2019 y que obliga a retroceder unos 3 millones de años para encontrar concentraciones similares, aunque augura que volverá a superarse cada año por el ritmo de crecimiento interanual del CO_2 .

Para conocer mejor la variabilidad interanual del XCO_2 en columna se han generado nuevos satélites y radiosondeos especiales en las redes TCCON, la emergente COCCON y los radiosondeos de GEI en AERONET que llegan a la

estratosfera. Por el momento los datos de estas redes son insuficientes y hay que usar los satélites: OCO, GOSAT, METOP, mientras se completa la red COCCON emergente.

Por el momento las medidas in-situ en cada ciudad no se pueden hacer en tiempo real. No son operativas propiamente dicho. Las que se pueden tomar con las EM27/SUN hay que analizarlas con un postproceso que requiere varios meses y lo realiza el KIT en Karlsruhe (Alemania).

Entre los nuevos satélites estan o estaran los Sentinel de Copernicus de mayores capacidades futuras que los actuales OCO, GOSAT y METOP (EPS polares). Hasta que sus radiómetros esten finalizados estos son los que podemos explotar cada dia mejor, para evolucionar en la sistemática toma de datos que nos revelara los secretos del cambio climático y que esperamos que podrían contribuir a la mitigación.

España, AEMET através del Centro de nvestigación Atmosférica de Izaña, avanza a buen ritmo en todos los programas mundiales y europeos de medida de trazas de gases de efecto invernadero, incluido el CO₂, pero no solamente tambien, mide simultáneamente CH₄, N₂O y otros gases raros. El mas actual es el de Coopernicus EIONET. AEMET participa activamente en el último informe y continua en el diseño de campañas operativas de medidas de CO₂ in situ en torno a las capitales europea por medio de un infraestructura in situ de EIONET para contribuir en el futuro con un Sistema de Observación de CO₂ en las principales ciudades europeas.

LISTA DE ACRONIMOS

AEMET	Agencia Estatal de Meteorología (www.aemet.es)
COCCON	Collaborative Total Carbon Column Observation Network
COPERNICUS	Programa (*Nota 1)
CRDS	Cavity Ring Down Spectroscopy
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
EEA	Agencia Medioambiental Europea
EIONET	Grupo de la UE que trabaja con la Agencia Medioambietal europea
EM27/SUN	Estación portátil para medir XCO ₂ con técnica de FTS pero en cualquier sitio
ESA	Agencia Espacial Europea
ESRL	Eeath System Reseach Laboratory
EUMETSAT	Agencia para la explotación de los satélites meteorologicos Europea (METEOSAT)
FTIR	Trasnsformada de Fourier en Infrarrojo
FTS	Espectroscopia de Transformada de Fourier
GAW	Global Atmosphere Watch

GMD	Global Monitoring Division
IASI	Integrated Atmospheric Spectrometer Interferometer
IARC	Izaña Atmospheric Research Center
ICOS	Integrated Carbon Observation System (at Europe)
IPCC	International Panel Climatic Change
IR	INfrared
KIT	karlsruhe institute of technology
METOP	Satélite Polar Operativo Europeo
MTG	Meteosat de Tercera Generación
NDACC-IRWG	Network for the Detection of Atmospheric Composition Change Infrared Working Group .
NIR	Near Infrared
OCO	Orbiting Carbon Observatory
TCCON	Total Carbon Column Observation Network

ACUERDOS Y POLÍTICAS EUROPEAS, NACIONALES Y AUTONÓMICAS EN MOVILIDAD

Javier de la VILLA ALBARES
Dr. Ingeniero de Minas
Profesor Asociado en la UCLM

Ponencia pronunciada el 5 de octubre de 2019
en el Auditorio del Museo del Ejército de Toledo

ENTORNO GENERAL:

- Sistema económico europeo
- Consumo de bienes y servicios
- Energía:
- Europa deficitaria, muy poco autoabastecimiento,
gran dependencia exterior, balance comercial deficitario, etc.
- Transporte de mercancías y movilidad

IMPLICACIONES EN LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

El transporte supone un 28% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero en España. (2016)

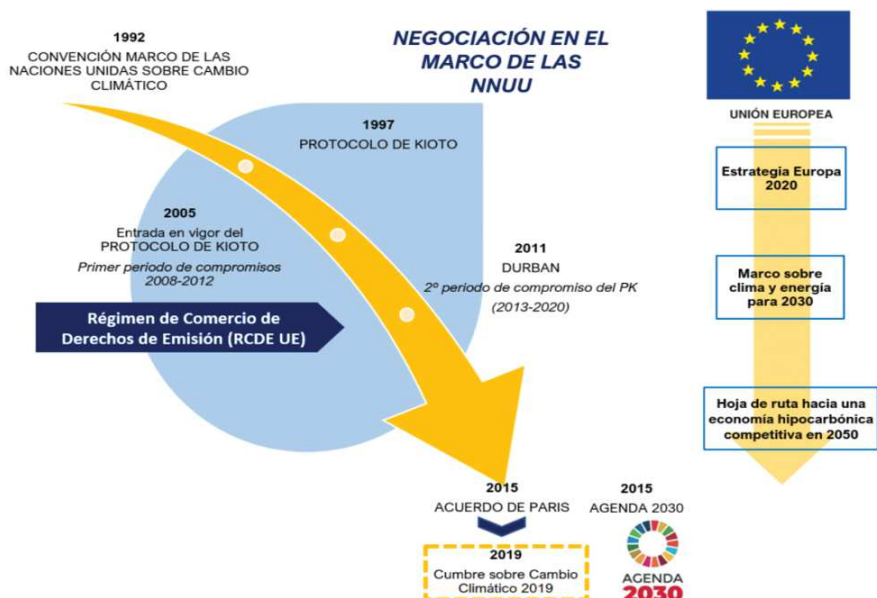
El 25 de septiembre de 2015, 193 países se comprometieron con los 17 **OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE** de Naciones Unidas y su cumplimiento para el año 2030. Los objetivos persiguen la igualdad entre las **PERSONAS**, proteger el **PLANETA** y asegurar la **PROSPERIDAD** como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible.



Objetivo 7. Energía asequible y no contaminante

Dato. La **energía** representa alrededor del 60% de todas las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.

La Agencia Medioambiental Europea (EEA) emite informes cada cierto tiempo y se van modificando los objetivos 2030 de la Unión Europea en este ámbito.



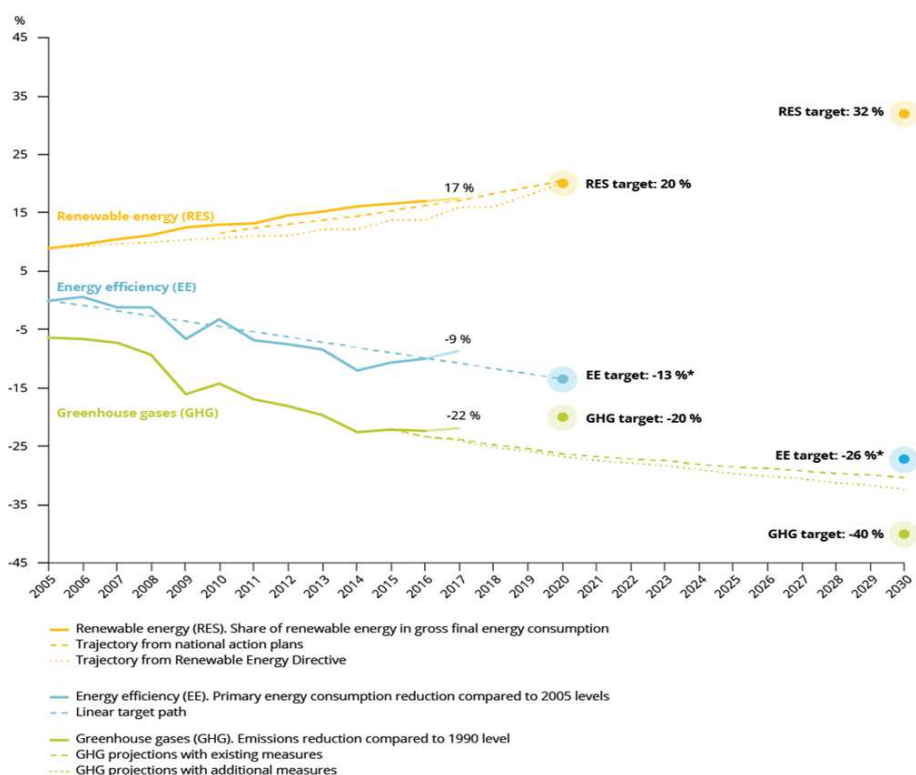
Se han establecido nuevos objetivos para 2030 a escala de la UE en los ámbito de emisiones de gases de efecto invernadero, energías renovables y eficiencia energética, con vistas a:

Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a escala nacional como mínimo en un 40 % (en comparación con los niveles de 1990)

Aumentar la proporción de fuentes de energías renovables al menos a un 32 % del consumo final bruto de energía

Lograr al menos una mejora del 32,5 % en materia de eficiencia energética (en comparación con la hipótesis de referencia de 2007)

El marco fue adoptado por el Consejo Europeo en octubre de 2014. Los objetivos para las energías renovables y la eficiencia energética se revisaron al alza en 2018.



Los Estados miembros están obligados a adoptar Planes Nacionales Integrados de Clima y Energía (PNEC) para el período 2021-2030. Los Estados miembros tuvieron que presentar sus proyectos de planes antes de finales de 2018. Los planes finales deben presentarse antes de finales de 2019.

El Ministerio de Transición Energética ha elaborado un BORRADOR DEL PLAN NACIONAL INTEGRADO DE ENERGÍA Y CLIMA 2021-2030, en febrero de este año.

El PNI de Energía y Clima es la hoja de ruta que ha de conducir al siguiente escenario

- 21% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 42% de renovables sobre el consumo total de energía final, para toda la UE.
- 39,6% de mejora de la eficiencia energética.
- 74% renovable en la generación eléctrica.

En 2050 el objetivo es alcanzar la neutralidad climática con la reducción de al menos un 90% de nuestras emisiones de GEI y en coherencia con la Estrategia Europea. Además de alcanzar un sistema eléctrico 100% renovable en 2050.

Emisiones CO₂ equivalente por sector. Histórico y proyección a 2030 (kilotoneladas (kT))

Años	1990	2005	2015	2020*	2025*	2030*
Transporte	59.199	102.310	83.197	85.722	74.638	57.695
Generación de energía eléctrica	65.864	112.623	74.051	63.518	27.203	19.650
Sector industrial (procesos de combustión)	45.099	68.598	40.462	40.499	37.246	33.530
Sector industrial (emisiones de procesos)	28.559	31.992	21.036	21.509	22.026	22.429
Sectores residencial, comercial e institucional	17.571	31.124	28.135	26.558	23.300	19.432
Ganadería	21.885	25.726	22.854	23.247	21.216	19.184
Cultivos	12.275	10.868	11.679	11.382	11.086	10.791
Residuos	9.825	13.389	14.375	13.657	11.898	9.650
Industria del refino	10.878	13.078	11.560	12.247	11.607	10.968
Otras industrias energéticas	2.161	1.020	782	721	568	543
Otros sectores	9.082	11.729	11.991	14.169	13.701	13.259
Emisiones fugitivas	3.837	3.386	4.455	4.715	4.419	4.254
Uso de productos	1.358	1.762	1.146	1.231	1.283	1.316
Gases fluorados	64	11.465	10.086	8.267	6.152	4.037
Total	287.656	439.070	335.809	327.443	266.343	226.737

Fuente: Borrador de Plan Integrado de Energía y Clima, 2021-2030, feb 2019

En el ámbito del transporte, se contabilizan los efectos tanto del que se realiza por carretera, como el de ferrocarril, marítimo y aéreo.

Vamos a centrarnos en el ámbito de la movilidad terrestre para enlazar con las cuestiones técnicas que se verán en la siguiente ponencia.

Sirvan unos datos para ilustrar la situación existente en España (IDAE).

El consumo de energía final en ktep ha sido desde 1990 hasta 2017 el siguiente:

CONSUMO FINAL DE ENERGÍA EN EUROPA-28

Fuente: IDAE (Elaboración propia)

(ktep)	1990	2016
Industria	370.800,00	276.800,00
Transporte	284.300,00	367.300,00
Usos diversos	429.600,00	463.600,00
TOTAL	1.084.700,00	1.107.700,00
Industria	34,18%	24,99%
Transporte	26,21%	33,16%
Usos diversos	39,61%	41,85%
Transporte por carretera / Transporte	75,19%	73,68%
Transporte por carretera / total	29,18%	36,37%
Promedio 1990-2017	73,88%	
Promedio 1990-2017	33,90%	

CONSUMO DE ENERGÍA FINAL EN ESPAÑA

Fuente: IDAE (Elaboración propia)

(ktep)	1990	2017
Industria	20.236,06	19.752,33
Transporte	22.302,40	36.259,89
Usos diversos	14.262,45	28.250,85
TOTAL	56.800,91	84.263,07
Industria	35,63%	23,44%
Transporte	39,26%	43,03%
Usos diversos	25,11%	33,53%
Transporte por carretera / Transporte	79,04%	77,41%
Transporte por carretera / total	31,04%	33,31%
Promedio 1990-2017	79,30%	
Promedio 1990-2017	32,82%	
(ktep /Mhab)		
Población española 1-1-1990	38.860.827	1.461,65
Población española 1-1-2018	46.658.447	1.805,96

	1990	2016
Consumo Energía Final España/Europa 28	5,24%	7,61%
Consumo Energía Transporte España/Europa 28	7,84%	9,87%

España ha incrementado su consumo final de energía en estos años (48,3%) mientras que en **Europa** ha crecido mucho menos (2,1%) y también su contribución porcentual tanto en consumo de energía en transporte como en energía final.

Se han planteado determinadas políticas, a través del Parlamento Europeo que se han ido recomendando y en ciertos casos reglamentando, que intentan reducir el consumo de energía de fuentes ordinarias en general, promoviendo las fuentes renovables, que llevarán como consecuencia la reducción de emisiones, sin olvidar la incidencia económica y social de todo esto.

BASE JURÍDICA Y OBJETIVOS EN MATERIA DE TRANSPORTE

El artículo 4, apartado 2, letra g), y el título VI del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (TFUE) constituyen la base jurídica.

La prioridad radicaba en la creación de un mercado común de transportes, la materialización de la libre prestación de servicios y la apertura de los mercados de transportes.

Los volúmenes transportados, tanto de personas como de mercancías, han aumentado debido a la realización del mercado interior europeo, a la supresión de las fronteras interiores, al descenso de los precios del transporte a raíz de la apertura y liberalización de los mercados de transportes, y a los cambios del sistema de producción y almacenamiento.

Sin embargo, el sector del transporte, próspero y dinámico desde el punto de vista económico, ha chocado con las secuelas cada vez más graves de sus costes sociales y ecológicos. Por ello ha adquirido una importancia creciente el principio de la «movilidad sostenible».

El sector del transporte representa aproximadamente una cuarta parte del total de las emisiones de gases de efecto invernadero provocadas por el ser humano en la Unión.

Libro Blanco de 2011 titulado «Hoja de ruta hacia un espacio único europeo de transporte: por una política de transportes competitiva y sostenible» se recomendaba una reducción del 20 % en las emisiones del transporte (con la

excepción del transporte marítimo internacional) entre 2008 y 2030, y una reducción de como mínimo el 60 % entre 1990 y 2050.

Estos objetivos resultan ser insuficientes con respecto a los establecidos en la Conferencia de París sobre el Clima.

Tras múltiples resoluciones y documentos elaborados por el Parlamento se publicó la Resolución sobre una Estrategia europea a favor de la movilidad de bajas emisiones, adoptada en diciembre de 2017, el Parlamento destacó la necesidad de una mayor contribución del sector del transporte a los objetivos climáticos.

En este contexto, hizo hincapié, entre otros aspectos, en lo siguiente:

la necesidad de invertir en la multimodalidad y en el transporte público;

la necesidad de enviar señales de precios más claras para todos los modos de transporte, a fin de reflejar mejor los principios de que quien contamina paga y de que el usuario paga; y la función de la digitalización en la movilidad sostenible.

El Parlamento también pidió un enfoque más ambicioso en el ámbito de las energías renovables en el transporte que el propuesto en la refundición de la Directiva sobre las energías renovables, así como la creación de incentivos para la introducción de combustibles alternativos sostenibles para los modos de transporte que actualmente no disponen de alternativas al combustible líquido.

El Parlamento aprobó en octubre de 2018 una Resolución en la que pedía a la Comisión que presentara una revisión de la Directiva 2014/94/UE relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos y que se centrara en su correcta aplicación.

EUROPA EN MOVIMIENTO

En su discurso sobre el estado de la Unión de septiembre de 2017, el Presidente Juncker estableció el objetivo de que la UE y sus industrias se conviertan en líderes mundiales en innovación, digitalización y descarbonización.

En mayo de 2018 la Comisión presentó un tercer conjunto de medidas para hacer de esto una realidad en el sector de la movilidad. El objetivo es permitir que todos los europeos se beneficien de: Un tráfico más seguro. Vehículos menos contaminantes y Soluciones tecnológicas más avanzadas, apoyando al mismo tiempo la competitividad de la industria de la UE.

Incluyen una política integrada para el futuro de la seguridad vial con medidas para la seguridad de los vehículos y de las infraestructuras; las primeras normas de CO₂ para los vehículos pesados; un plan de acción estratégico para el desarrollo y la fabricación de baterías en Europa y una estrategia de futuro para la movilidad conectada y automatizada

450 millones de euros para el apoyo a estas iniciativas, en el marco del Mecanismo "Conectando Europa"



El mecanismo Conectando Europa (CEF, por sus siglas en inglés), es un instrumento financiero, creado por la Comisión Europea para desarrollar las Redes Transeuropeas de Transporte, Energía y Telecomunicaciones.

El Marco Financiero Plurianual actual, 2014-2020 dispone de 24.295 millones de euros para proyectos o actuaciones de transportes, de los cuales 22.057 han sido ya asignados.

En el actual marco 2014-2020 , los fondos CEF han asignado a beneficiarios españoles 1.078 millones de euros de ayuda hasta la fecha, para una inversión de 3.150 millones de euros.

En la actualidad hay abierta una convocatoria de Fondos CEF (CEF-2019), por un importe global de 100 millones de euros.

MOVILIDAD SEGURA

Aunque el número de víctimas mortales en carretera se ha reducido a más de la mitad desde 2001, 25.300 personas perdieron la vida en las carreteras de la UE en 2017 y otras 135.000 resultaron gravemente heridas.

Por lo tanto, la Comisión está adoptando medidas con un fuerte valor añadido comunitario para contribuir a la seguridad de las carreteras y a una Europa que proteja.

La Comisión propone que los nuevos modelos de vehículos estén equipados con características de seguridad avanzadas, como frenos de emergencia avanzados, sistema de ayuda al mantenimiento del carril o sistemas de detección de peatones y ciclistas para camiones.

Además, la Comisión está ayudando a los Estados miembros a identificar sistemáticamente los tramos peligrosos de las carreteras y a orientar mejor las inversiones. Estas dos medidas podrían salvar hasta 10.500 vidas y evitar cerca de 60.000 lesiones entre 2020 y 2030, contribuyendo así al objetivo a largo plazo de la UE de acercarse a cero muertes y lesiones graves para 2050 ("Visión Cero").

MOVILIDAD LIMPIA

La Comisión está completando su agenda para un sistema de movilidad de bajas emisiones con la presentación de las primeras normas sobre emisiones de CO₂ para vehículos pesados.

En 2025, las emisiones medias de CO₂ de los camiones nuevos tendrán que ser un 15% más bajas que en 2019. Para 2030, se propone un objetivo indicativo de reducción de al menos el 30 % en comparación con 2019.

Estos objetivos son coherentes con los compromisos de la UE en virtud del Acuerdo de París y permitirán a las empresas de transporte - en su mayoría PYME-, realizar ahorros significativos gracias a un menor consumo de combustible.

Para permitir nuevas reducciones de CO₂, la Comisión está facilitando el diseño de camiones más aerodinámicos y mejorando el etiquetado de los neumáticos.

Además, la Comisión presenta un plan de acción global para las baterías que contribuirá a crear un “ecosistema” de baterías competitivo y sostenible en Europa.

MOVILIDAD CONECTADA Y AUTOMATIZADA

Los coches y otros vehículos están cada vez más equipados con sistemas de asistencia al conductor, y los vehículos totalmente autónomos están muy cerca.

La Comisión propone una estrategia destinada a convertir a Europa en líder mundial de los sistemas de movilidad totalmente automatizados y conectados.

La estrategia contempla un nuevo nivel de cooperación entre los usuarios de la carretera, que podría aportar enormes beneficios al sistema de movilidad en su conjunto.

El transporte será más seguro, más limpio, más barato y más accesible para las personas mayores y las personas con movilidad reducida.

Además, la Comisión propone establecer un entorno totalmente digital para el intercambio de información en el transporte de mercancías. Esto reducirá la burocracia y facilitará el flujo de información digital para las operaciones logísticas.

PROGRAMAS NACIONALES

Se enumeran a continuación algunas de las iniciativas, en elaboración o en marcha:

- Anteproyecto Ley de Cambio Climático y Transición Energética (LCCTE)
- Estrategia de Transición Justa
- Consulta pública previa a la Estrategia a Largo Plazo para una Economía Española Moderna, Competitiva y Climáticamente Neutra en 2050.
- Borrador Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC)
- Plan nacional de acción de eficiencia energética 2017-2020
- Plan de energías renovables 2011-2020
- Libro Blanco de las Energías Renovables

Nos centraremos en lo que a la movilidad se refieren.

PROGRAMAS MOVES. 2019 (se gestionará por las Comunidades Autónomas)

Aspectos generales del programa

El Consejo de Ministros, a propuesta del Ministerio para la Transición Ecológica, ha aprobado el Real Decreto 132/2019, de 8 de marzo, por el que se otorga la concesión directa de ayudas del Programa de Incentivos a la Movilidad Eficiente y Sostenible (MOVES) a las comunidades autónomas y las ciudades de Ceuta y Melilla y el Real Decreto 72/2019, de 15 de febrero, por el que se regulan las bases del Programa de Incentivos a la Movilidad Eficiente y Sostenible (MOVES), dotado con 45 millones de euros y dirigido a incentivar:

- La compra de vehículos alternativos
- Instalar infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos
- El desarrollo de incentivos para implantar sistemas de préstamos de bicicletas eléctricas y
- La implantación de medidas recogidas en Planes de Transporte a los centros de Trabajo.

El Programa atiende el mandato de la Unión Europea, a través de su paquete europeo de movilidad limpia

El programa está coordinado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y será gestionado por las comunidades y ciudades autónomas, que deberán realizar convocatorias en sus respectivos territorios para el reparto de los importes que les han sido asignados y distribuir las ayudas entre los beneficiarios finales.

Las ayudas deberán distribuirse así:

Entre un 20% y un 50% será para la adquisición de vehículos alternativos.

Entre un 30% y un 60% para la implantación de infraestructuras de recarga (de este último porcentaje, como mínimo el 50% debe destinarse a puntos de recarga rápida o ultrarrápida).

La implantación de sistemas de préstamos de bicicletas eléctricas deberá suponer entre el 5% y el 20% del presupuesto asignado y el apoyo a planes de transporte en centros de trabajo pueden contar desde un 0% hasta un 10%.

Los importes de las ayudas para la adquisición de vehículos:

700 euros para motos eléctricas

15.000 euros para la compra de camiones y autobuses con propulsión alternativa (sólo un 10% para GLP)

Vehículos ligeros eléctricos se sitúan en torno a los 5.000 €uros.

En paralelo, se exigirá a fabricantes, importadores de vehículos o puntos de venta un descuento mínimo de mil euros en la factura, excepto para las compras de cuadríciclos y motos.

Los incentivos para vehículos de gas se reservan para camiones y furgones, dado que las alternativas eléctricas no cuentan con el suficiente desarrollo.

En cuanto a los puntos de recarga eléctrica de vehículos eléctricos (públicos y privados) y a los sistemas de préstamos de bicicletas eléctricas, las ayudas serán de un 30 % o un 40% del coste subvencionable, dependiendo del tipo de beneficiario, estableciéndose un límite de 100.000 euros.

Programa MOVES Proyectos Singulares

Adicionalmente al Plan MOVES, se ha habilitado una línea de 15 millones de euros destinada a apoyar proyectos singulares de movilidad sostenible que trabaje sobre ciudades patrimonio de la Humanidad, municipios con alto índice de contaminación o ubicados en islas, o proyectos de innovación en electromovilidad.

PROGRAMAS REGIONALES

Tras el último proceso electoral de mayo de 2019, se ha constituido en el Gobierno de Castilla-La Mancha, una Consejería de Desarrollo Sostenible, que va a ser la responsable de impulsar todas estas medidas. Estructura de la Consejería:

Viceconsejería de Medio Ambiente

- DG de Medio Natural y Biodiversidad
- DG de Economía Circular
- DG de Transición Energética
- DG de Cohesión Territorial
- DG de Agenda 2030 y Consumo

En D.O.C.M de 22 de mayo de 2019, se publicó la Orden 75/2019, de 16 de mayo, de la Consejería de Economía, Empresas y Empleo, por la que se desarrollan las bases reguladoras y se aprueba la convocatoria del Programa de incentivos a la movilidad eficiente y sostenible (Programa Moves).

El crédito destinado a la financiación de la presente convocatoria asciende a 1.962.902,51 euros, que se imputará al presupuesto de gastos de los ejercicios 2019 y 2020.

. Periodo de ejecución.

A partir del día siguiente al de la publicación del Real Decreto 72/2019, de 15 de febrero, en el Boletín Oficial del Estado, y concluirá su vigencia cuando se produzca alguna de las siguientes circunstancias:

- a) Que, conforme a las solicitudes recibidas, se agote el presupuesto disponible.
- b) Que se llegue a 31 de diciembre de 2019, fecha de cierre del programa.

Se está elaborando en estos momentos un PLAN ESTRATÉGICO PARA EL DESARROLLO ENERGÉTICO DE CASTILLA-LA MANCHA, HORIZONTE 2030, que se espera que vea la luz antes de finales de 2019.

Fomento de las energías renovables:

- Nueva generación
- Repotenciación y mejora tecnológica de la existente
- Utilización de biocombustibles en el transporte
- Fomento del autoconsumo renovable
- Utilización de energías renovables en edificios públicos
- Medidas de simplificación administrativa

Fomento del Ahorro y la Eficiencia energética:

- Medidas de uso eficiente de los medios de transporte
- Fomento del uso de vehículos eficientes y diversificación a combustibles alternativos.

Convenio de colaboración suscrito entre JCCM y Centro Nacional del Hidrógeno, en septiembre de 2017.

JCCM ha participado y sigue participando en iniciativas europeas sobre hidrógeno.

Borrador de Plan Estratégico de Movilidad del Servicio Público basado en hidrógeno de la comunidad de Castilla-La Mancha.

Objetivo principal: sustituir la mitad de las flotas de autobuses urbanos y camiones de recogida de basura, en un período de 10 años en dos fases en: Ciudad Real, Toledo, Albacete, Cuenca, Guadalajara, Puertollano, Alcázar de San Juan y Talavera de la Reina.

Supondría poner en funcionamiento una flota de 68 autobuses y 62 camiones de basura y la instalación, inicialmente, de 7 “hidrogeneras”, ya que existen dos una en Puertollano y otra en Albacete.

Se trata de financiar la diferencia de coste entre los vehículos convencionales y los de hidrógeno, ahora más caros y para las hidrogeneras.

Se está buscando financiación a través de fondos europeos.

MOVILIDAD ELÉCTRICA HÍBRIDA, PURA Y CON HIDRÓGENO

Carlos FÚNEZ GUERRA

Dr. Ingeniero de Minas

*Responsable de la Unidad de Innovación Abierta
del Centro Nacional del Hidrógeno*

Ponencia pronunciada el 5 de octubre de 2019
en el Auditorio del Museo del Ejército de Toledo

1. CENTRO NACIONAL DEL HIDROGENO

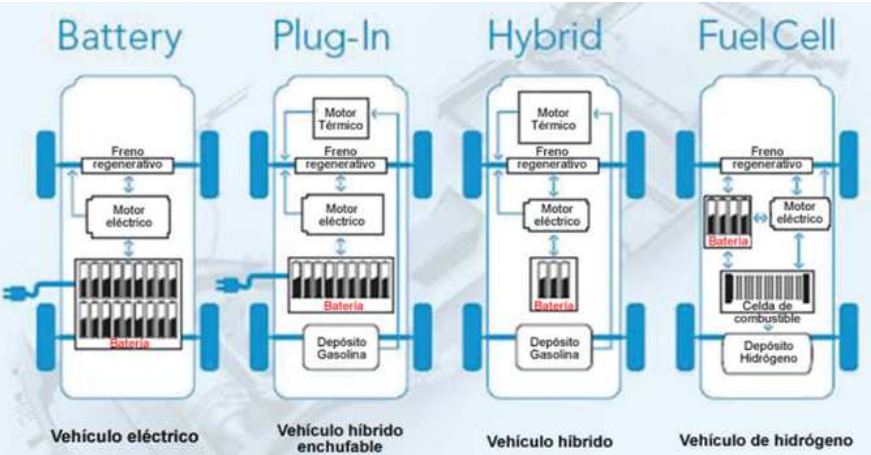
Está orientado al desarrollo de todo tipo de tecnología relacionada con el hidrógeno y las pilas de combustible (laboratorios, bancos de ensayo, puestos de experimentación, pilas, sistemas de almacenamiento, ingeniería, seguridad, normativa...). sus objetivos son:

- Impulsar las tecnologías de hidrógeno y pilas de combustible a nivel nacional e internacional.
- Realizar investigación, experimentación y validación de prototipos y equipos.
- Desarrollar y escalar procesos.
- Homologar, certificar y verificar componentes y sistemas.



- Facilitar el acceso de personal investigador y empresas a sus equipos e infraestructuras.
- Ser nexo de unión entre los diferentes centros de investigación y las empresas en el ámbito del hidrógeno y las pilas de combustible.
- Promover e impulsar el uso de las tecnologías mediante la realización de estudios de percepción social, formación y difusión del uso sus aplicaciones.

2. TIPOLOGÍA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS



Modo	Conector	Velocidad de carga	Corriente máxima	Voltaje máximo	Potencia	Protección
 Modo 1: Fijo, enchufe no dedicado	Schuko	Lenta	Hasta 16 A _{AC}	Hasta 240V _{AC}	De 3,7kW a 11kW	Diferencial y magnetotérmico
 Modo 2: Enchufe no dedicado con dispositivo de protección de cable incorporado	Schuko	Lenta	Hasta 32 A _{AC}	Hasta 240V _{AC}	De 3,7kW a 22kW	Diferencial y magnetotérmico
 Modo 3: Fijo, enchufe-circuito dedicado	tipo 1 SAE J1772 (YAZAKI) tipo 2 IEC 62196 (MENNEKES)	Normal	Hasta 32 A _{AC}	Hasta 240V _{AC}	De 3,7 a 7,6kW	Incluida en la instalación y el equipo SAVE
 Modo 4: Conexión corriente continua	Combo CSS CHAdeMO	Rápida Rápido	Hasta 125 A _{DC} Hasta 125 A _{DC}	Hasta 850V _{DC} Hasta 500V _{DC}	Hasta 100kW _{DC} Hasta 62kW _{DC}	Incluida en la instalación y el equipo

3. PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO

1.  Es el elemento más abundante del Universo, pero no se encuentra libre en la Tierra.
No es un recurso natural, el hidrógeno hay que producirlo 

2. El hidrógeno puede producirse a partir de muy variados recursos (agua, recursos fósiles, biomasa, microorganismos, ...),...

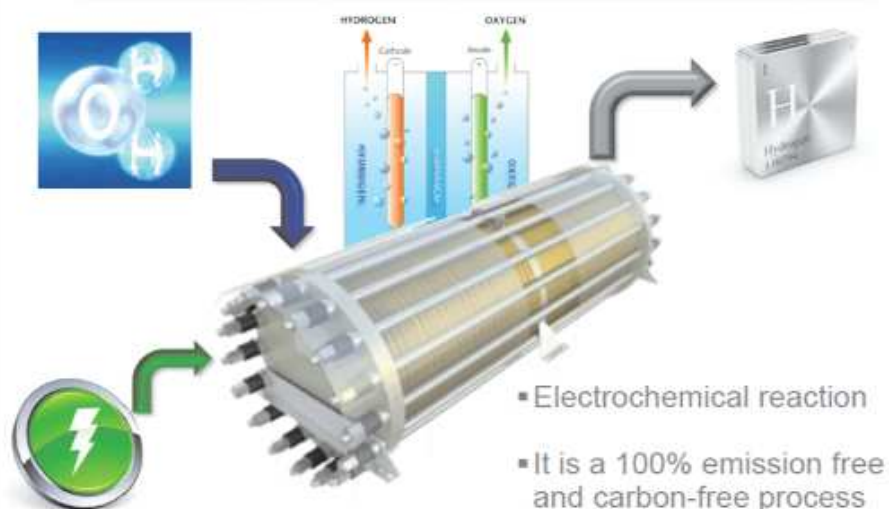
     

... siguiendo diversos procesos de transformación (electrólisis, gasificación, reformado, fotoelectrólisis, fotobiólisis, ...)

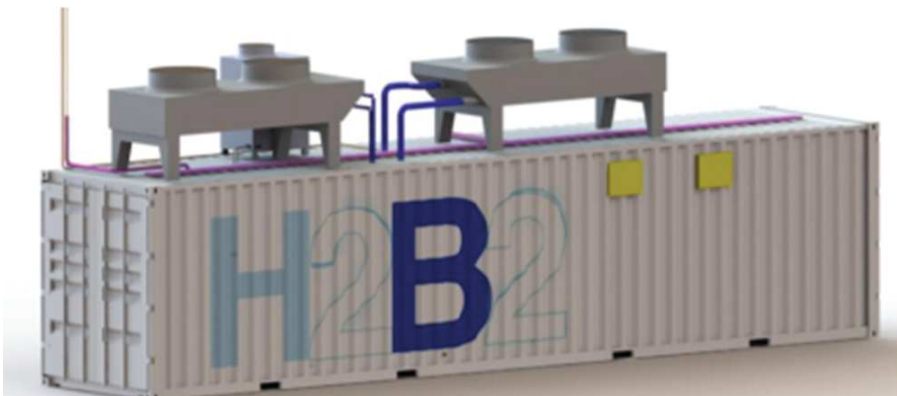
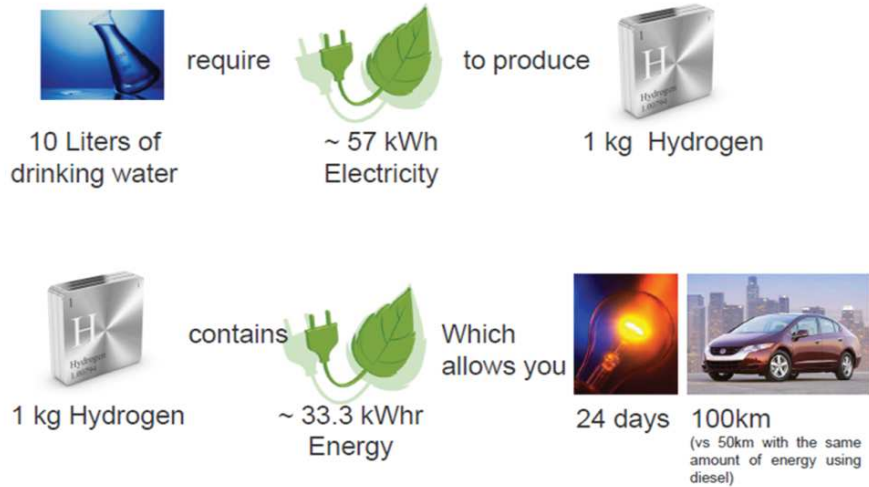
Por la diversidad de recursos, la utilización del vector H_2 implica mayor seguridad de abastecimiento energético y mayor acceso a la energía.

Todos los procesos de transformación suponen un gasto energético, cuyos costes son asumibles (al igual que sucede con la electricidad), pero a diferencia de la electricidad, **el hidrógeno es almacenable**

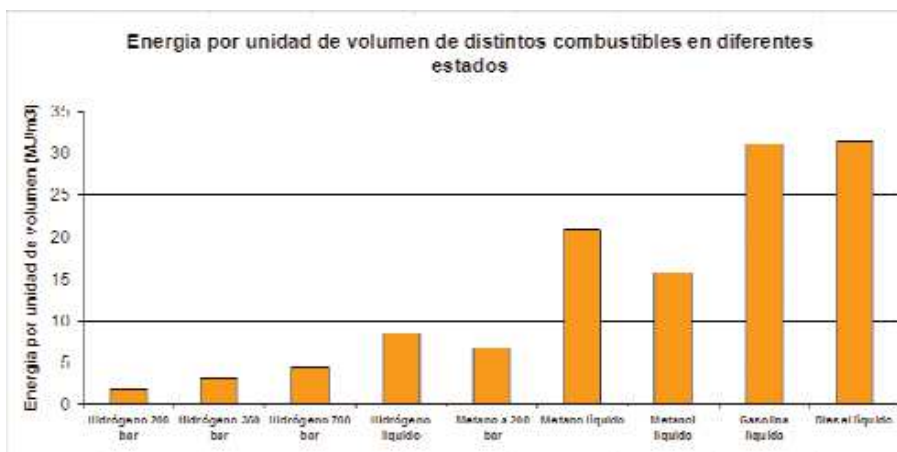
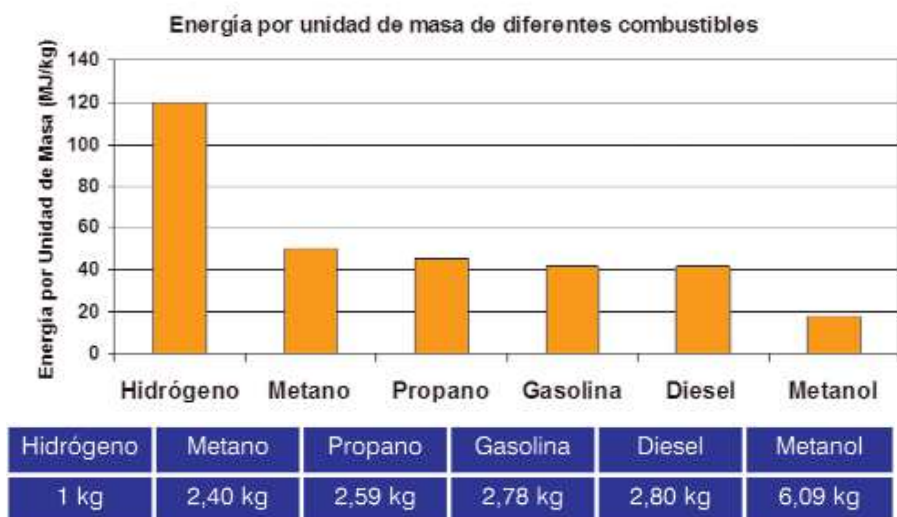
Electrolysis of Water



Hydrogen Math



4. ALMACENAMIENTO DE HIDRÓGENO



3. El almacenamiento, transporte y distribución de hidrógeno no presenta dificultades técnicas (comprimido, licuado, hidruros metálicos, compuestos químicos intermedios,...), pero **es caro**.

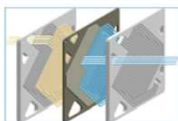


4. Para su utilización el hidrógeno puede combinarse con el oxígeno por procesos térmicos o electroquímicos para generar energía mecánica o eléctrica con una **emisión solo de vapor de agua**.

En su uso final el hidrógeno es intrínsecamente limpio y si se tiene en cuenta toda la cadena desde su producción al uso final, el hidrógeno como vector ofrece reducciones de emisiones de GEI.

5. PILAS DE COMBUSTIBLE

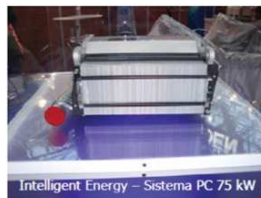
1.



Una pila de combustible es un dispositivo electroquímico que **convierte directamente** la energía química en energía eléctrica (sin transformación intermedia a energía térmica y mecánica).

2.

Las pilas de combustible presentan más eficiencia que los motores de combustión interna (no están sometidas al límite del ciclo de Carnot).

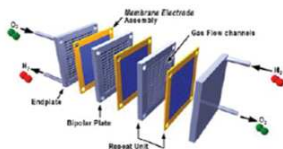


3.

Existen diferentes tecnologías de pilas de combustible que permiten su uso en distintas aplicaciones (transporte, generación estacionaria, telecomunicaciones, aplicaciones portátiles, etc.) y con variados rangos de potencia (desde vatios a megavatios).

Tecnología	T (°C)	Rend. (%)	Aplicaciones
Alcalina (AFC)	80-100	60	Espacio, Submarinos
Polimeros (PEMFC)	70-80	35-45	Transporte, Portátil, Estacionario baja potencia
Metanol Directo (DMFC)	50-100	30-40	Portátil
Ácido Fosfórico (PAFC)	200-220	40-45	Estacionario media potencia
Carbonatos Fundidos (MCFC)	600-650	45-60	Estacionario alta potencia
Oxido sólidos (SOFC)	800-1000	50-65	Transporte, Estacionario

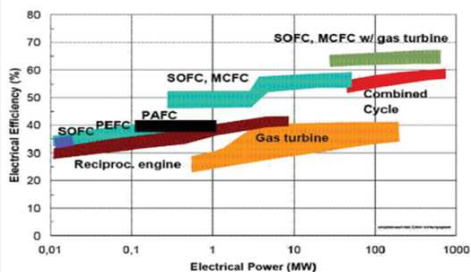
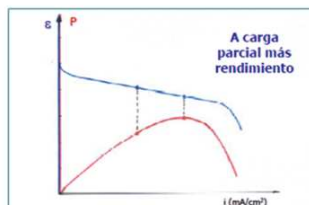
4.



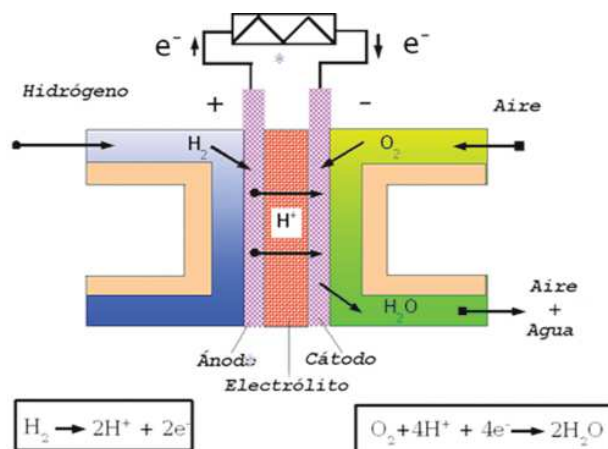
Tienen **carácter modular**, el número de celdas del "stack" determina la tensión total y el área de las celdas determina la intensidad de corriente.

5.

A diferencia de los motores de combustión interna, las pilas de combustible presentan **más eficiencia a carga parcial**,...



... y, además, a diferencia de las turbinas de gas, **mantienen la eficiencia con potencias bajas**.



6. HIDROGENO COMO COMBUSTIBLE ALTERNATIVO



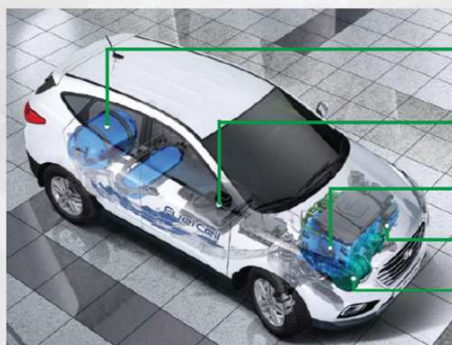
Especificaciones Técnicas



Dimensiones exteriores	
Largo	4,410 mm
Ancho	1,820 mm
Alto	1,670 mm
Batella	2,640 mm
Ruedas	
Llantas	Aleación 16" x 6.5J
Pneumáticos	215/70 R16
Repuesto	Kit reparación
Dirección	
Tipo	Cremallera asistida eléctricamente
Dímetro giro	10.58 m

Cadena cinemática	
Tracción	4 x 2 Delantero
Transmisión	Fija (1 velocidad)
Pot. Max. Pila Combustible	100 kW
Pot. Max. Motor Eléctrico	100 kW (136 hp)
Pier Max. Motor Eléctrico	300 Nm
High Voltage Battery	180V / 0.95 kWh / 24kWh Li-Po
Emissiones	Water vapor(H ₂ O)
Curb Vehicle Weight	1,880 kg
Tanque de Combustible	
Combustible	Hidrógeno
Volumen	144l
Capacidad	5.64 kg (700 bar)
Tiempo de Repostaje	5 minutos
Prestaciones	
Max. velocidad	160 km/h
Aceleración (0-100 KPH)	12.3 sec
Temperatura de Funcionamiento	-20 °C ~ 40 °C
Economía	
Autonomía	594 km (FEDC)
Consumo	0.95kg H ₂ /100mi(FEDC) 27.8 km/l (litro/gasoline)(FEDC)

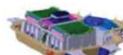
Principales sistemas



Tanques de hidrógeno



Batería Alto voltaje



Pila de combustible



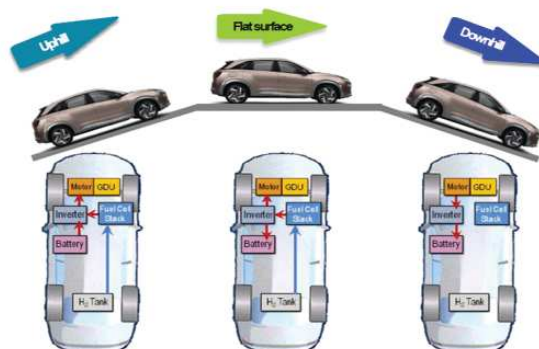
Convertidores



Motor eléctrico



Working Modes



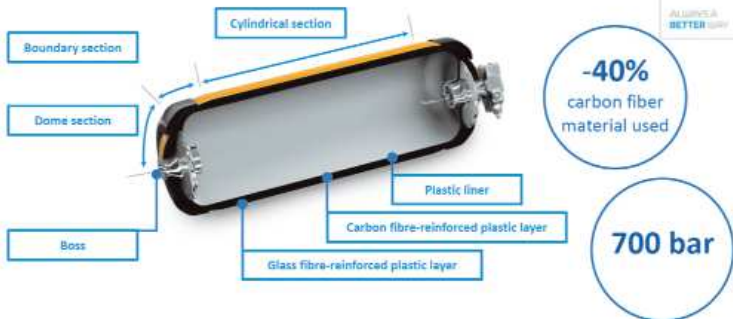
Performance & Main Figures

		NEXO	ix35 FCEV
Fuel cell System	Total output	135 kW	124 kW
	Stack	440 cells (255-450 V)	434 cells (250-450 V)
	Stack power	95 kW	100 kW
Permanent Magnet Drive motor	Power	120 kW	100 kW
	Torque	395 Nm	300 Nm
High-voltage Battery	Power	40 kW	24 kW
	Voltage	240 V	180 V
	Capacity	1.56 kWh	0.95 kWh
700 bar Hydrogen tanks	Capacity	6.33 kg / 156.6 l	5.64 kg / 144 l
Max. speed		179 km/h	160 km/h
Acceleration	0 → 100 km/h	9.7 seconds	12.5 seconds
Range		754 km (NEDC)	504 km (NEDC)

Hyundai & Fuel Cell Technology



Toyota State Of The Art H₂ Tank



Toyota Fuel Cell Stack



Volume
-43%

Weight
-48%

Power
+26%

2008 MODEL FUEL STACK

1.4 Kw/L

(Maximum output: 90 kW/volume: 64L; weight: 108kg)

200 cells x dual-line stacking = 400 cells



MIRAI FUEL STACK

3.1 Kw/L : world's highest

(Maximum output: 114 kW / volume: 37L; weight: 56kg)

2.2 times better
volume power density

370 cells

Single-line stacking



Humidifierless – world's first

Toyota H₂ applications growing

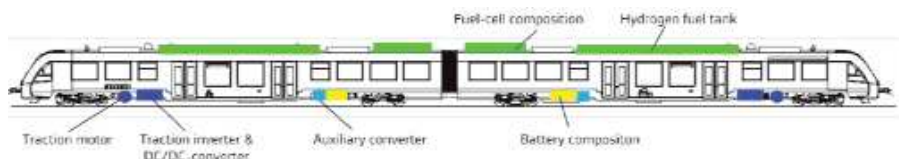


Toyota Fuel Cell Bus project – 100 buses for Tokyo 2020



Toyota Forklift





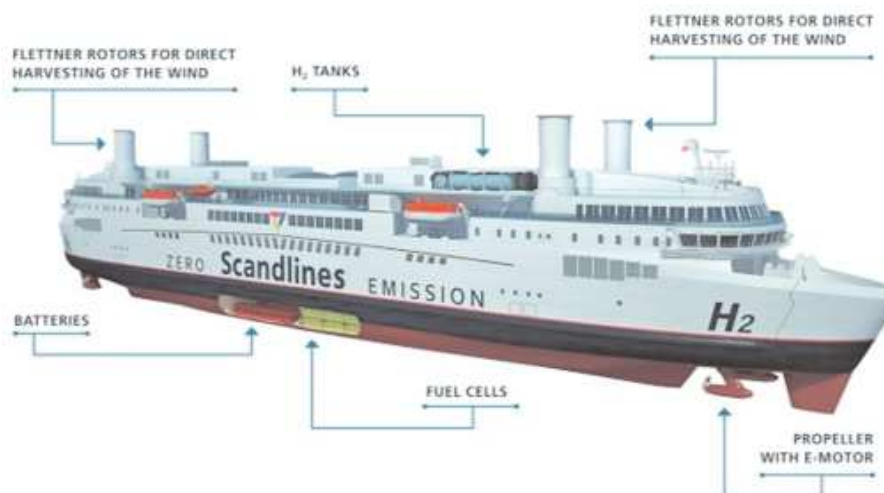
- Replacing diesel traction by electrical traction system
- Primary energy supply by hydrogen fuel cells
- Intermediate energy storage by Li-Ion batteries
 - to boost during acceleration
 - to recover kinetic energy during braking
- All electrical auxiliary supply



Modern energy supply and storage system combined with intelligent energy management

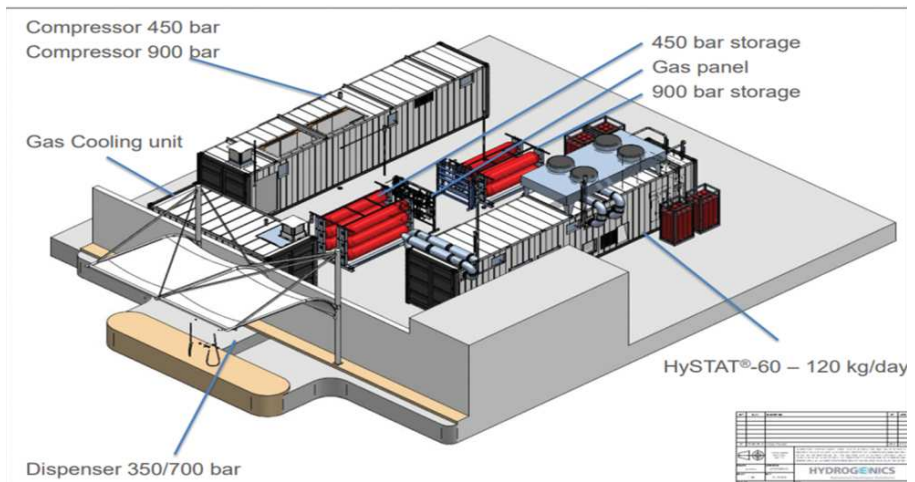
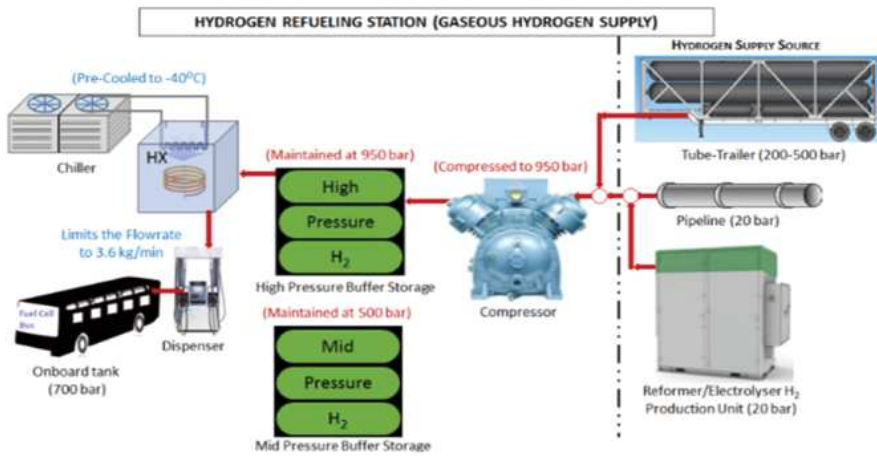
ALSTOM, 2020. All rights reserved. The information provided in this document is confidential. No reproduction or disclosure of any part of this document is permitted without the prior written consent of ALSTOM. The information provided in this document is for informational purposes only and does not constitute an offer or a recommendation. The information provided in this document is subject to change without notice.

ALSTOM



COUNTRY	PROGRAM	FINDINGS				
			2015	2025	2030	2050
		HRS	90	500	1,000	NA
		FCVs	200	500,000	1,87 mill	NA
		H2 (tons)	24	60,000	216,000	NA
			2015	2025	2030	2050
		HRS	NA	355	600	>1,000
		FCVs	NA	167,000	773,000	7.3 mill
		H2 (tons)	NA	22,000	89,000	880,000
			2015	2025	2030	2050
		HRS	65	380	1,150	NA
		FCVs	<500	255,000	1,27 mill	NA
		H2 (tons)	<100	30,600	152,000	NA
			2015	2025	2030	2050
		HRS	12	185	NA	450 - 1000
		FCVs	26	87,000	NA	3,3 mill - 7,3 mill
		H2 (tons)	3.2	10,400	NA	394,000 - 880,000

7. INFRAESTRUCTURA DE REPOSTAJE DE HIDROGENO O HIDROGENERA



CONCURSO PREMIOS TESIS DOCTORALES 2018-2019

Dentro del Acuerdo Marco firmado entre la Cofradía Internacional de Investigadores y la Universidad de Castilla-La Mancha en 2018, se aprobó conceder anualmente dos premios a dos tesis doctorales de diferentes ramas del conocimiento.

En el curso 2018-2019 podían concurrir tesis de las siguientes ramas:

Ciencias.

Ciencias Sociales y Jurídicas.

El fallo del Jurado tuvo lugar el 18 de mayo de 2020, tal como se puede ver en el documento que adjuntamos.

La primera de las tesis premiadas corresponde a la Dra. D^a Irene Rodríguez Gómez y tiene por título «Influencia de los niveles de actividad física y condición física sobre la salud ósea en diferentes poblaciones especiales ».

Y la segunda a Dra. D^a Sara Fernández López con el título «Drivers of innovation and eco innovation: the role of mergers and acquisitions and open innovation strategies». (Factores impulsores de la innovación y la eco-innovación: el papel de las fusiones y adquisiciones y las estrategias de innovación abierta).

La entrega de premios tendrá lugar en el acto de Apertura de Curso Académico de la Cofradía Internacional de Investigadores en el Ayuntamiento de Toledo.

El premio consiste en la publicación de un resumen de la tesis en la revista de la CIIT “Beresit” y un premio en metálico de quinientos (500) euros.



Cofradía Internacional de Investigadores
Toledo

Cofradía Internacional de Investigadores de Toledo

Plaza del Consistorio nº 1

45001 Toledo

www.cofradiainternacionaldeinvestigadores.com

**FALLO DE LA CONVOCATORIA PREMIOS DE TESIS DOCTORALES UCLM
CORRESPONDIENTES AL CURSO 2018-2019**

La Cofradía Internacional de Investigadores de Toledo (CIIT) aprobó en reuniones de Junta Directiva celebradas el día 22 de junio de 2018 y 19 de octubre de 2018, basándose en el Acuerdo Marco firmado el día 23 de abril de 2018 entre la Universidad de Castilla la Mancha (UCLM) y la Cofradía Internacional de Investigadores de Toledo (CIIT), conceder anualmente dos premios a dos tesis doctorales, de diferentes ramas de conocimiento que cada año irán cambiando. En este curso 2018-2019 se seleccionaron dos ramas de conocimiento: Ciencias y Ciencias Sociales y Jurídicas.

Emitiéndose por la Cofradía Internacional de Investigadores, según las bases de la convocatoria, el siguiente fallo:

Dra. Sara Fernández López por su tesis doctoral titulada: "Drivers of innovation and eco innovation: the role of mergers and acquisitions and open innovation strategies"

Dra. Irene Rodríguez Gómez por su tesis doctoral titulada: "Influencia de los niveles de actividad y condición física sobre la salud ósea en diferentes poblaciones europea"

En Toledo a 18 de mayo de 2020

Fdo. Juan C. Ballesteros Aparicio

Prioste primero

Cofradía Internacional de Investigadores de Toledo

RESUMEN TESIS DOCTORAL
DRA. D^a IRENE RODRÍGUEZ GÓMEZ

**INFLUENCIA DE LOS NIVELES DE ACTIVIDAD FÍSICA Y CONDICIÓN
FÍSICA SOBRE LA SALUD ÓSEA EN DIFERENTES
POBLACIONES ESPECIALES**

***INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITY AND PHYSICAL FITNESS ON BONE HEALTH IN
SEVERAL SPECIAL POPULATIONS***

Programa de Doctorado de
Investigación Sociosanitaria y de la Actividad Física
Directores: Luis M. Alegre Durán e Ignacio Ara Royo

La presente Tesis Doctoral se llevó a cabo gracias a un “Contrato predoctoral para la formación de personal investigador en el marco del Plan Propio de I+D+I de la Universidad de Castilla-La Mancha, cofinanciados en el marco del Programa Operativo FSE para Castilla-La Mancha 2014-2020 por el Fondo Social Europeo [2014/10340]”.

Igualmente, durante el periodo de realización de la Tesis Doctoral se realizó una Estancia Pre-Doctoral en la Glasgow Calenonian University en Reino Unido, concretamente en el Institute for Applied Health Research in the School of Health and Life Science. En este caso, para llevar a cabo esta estancia fue concedida una Ayuda para estancias en otras universidades y centros de investigación para el año 2016, cofinanciadas por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional [2015/13630].

En lo que respecta a los estudios que comprenden la Tesis Doctoral, se enmarcaran dentro de los siguientes proyectos de investigación: “Estudio de Toledo de Envejecimiento Saludable (ETES)”, Instituto de Salud Carlos III, 2012-2018; e “Influencia del estilo de vida en la atrofia muscular, la adiposidad, la salud ósea y la calidad de vida de las personas con la enfermedad de McArdle”, Cátedra del Real Madrid, Universidad Europea de Madrid, 2016; (P2016/RM25).

Así, los estudios que forman parte de la presente Tesis Doctoral han sido también parcialmente financiados por los siguientes organismos: Consejo Superior de Deportes (CSD-089/UPB10/11); Centro de Investigación Biomédica en Red sobre Fragilidad y Envejecimiento Saludable (CIBERFES) y fondos FEDER de la Unión Europea (CB16/10/00477) y (CB16/10/00456); Junta de Comunidades de Castilla La Mancha (PI2010/020); Instituto de Ciencias de la Salud, Ministerio de Salud de Castilla-La Mancha, (03031-00); Ministerio de Economía y Competitividad (Instituto de Salud Carlos III, PI10/01532, PI031558, PI11/01068); N° HEALTH-F5-2012-305483 Proyecto “Utilidad de los biomarcadores en la caracterización de personas mayores en riesgo de fragilidad, su progresión hacia la discapacidad y sus consecuencias generales para la salud y el bienestar; La Iniciativa FRAILOMIC” (Seventh Framework Programme: FRAILOMIC); Junta de Comunidades de Castilla La Mancha (PPII-2014-007-A); Fondo de Investigaciones Sanitarias (PI15/00558; PI15/01756 y CP14/00032, PI14/00903; Programa Operativo FEDER, 2007-2013 para Castilla-La Mancha (España).

Situación actual

Después de terminar la Tesis Doctoral se sigue trabajando en algunos de estos proyectos gracias a un contrato postdoctoral de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha dentro de las medidas para la retención y el retorno del talento, para personas jóvenes incluidas en el Sistema Nacional de Garantía Juvenil, cofinanciadas con el FSE y la IEJ, en el marco del P.O. de Empleo Juvenil (objetivos RIS3), 431270. [2018/15132]; (2019/9601).

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

El hueso ejerce diferentes funciones en el organismo, siendo algunas de las más importantes la protección y soporte estructural, la locomoción y el almacenamiento de calcio y fosfato (1, 2). Es un órgano que se caracteriza por ser dinámico y encontrarse en continuo cambio, lo que se conoce como remodelado óseo. Este es necesario para la cicatrización de las fracturas y la adaptación del esqueleto al uso mecánico, así como para homeostasis del calcio (3). La reabsorción se produce gracias a la acción conjunta de los osteoclastos, osteoblastos, osteocitos y células de revestimiento óseo, que forman la estructura anatómica temporal llamada unidad multicelular básica (4). Mientras, los osteoblastos se encargan de la neoformación, sin olvidar el papel de los osteocitos y las células de revestimiento óseo en este proceso, el cual parece ser indispensable (5). Este proceso de remodelado óseo se produce de forma continua durante todo el ciclo vital; sin embargo, en la etapa de la vejez el balance comienza a ser negativo, especialmente en las mujeres (6). De esta forma, un desequilibrio en este proceso de remodelado óseo puede derivar en varias enfermedades relacionadas con los huesos. Cuando se trata de una excesiva

reabsorción ósea por osteoclastos sin la correspondiente cantidad de hueso neoformado por los osteoblastos aumenta el riesgo de pérdida de la masa ósea y osteoporosis (7). De forma específica, la Organización Mundial de la Salud (OMS) define la osteoporosis como una enfermedad esquelética sistémica caracterizada por una baja masa ósea y un deterioro de la micro arquitectura, con un consecuente incremento de la fragilidad ósea y de la susceptibilidad para la fractura (8). La osteoporosis es la patología más común en cuanto al tejido óseo se refiere, y se puede dividir en osteoporosis primaria y secundaria. Concretamente, la osteoporosis secundaria se refiere a trastornos óseos que son complicaciones secundarias de otras patologías (trastornos endocrinos, enfermedades hematológicas o trastornos gastrointestinales), consecuencias de los cambios en el estilo de vida y la actividad física (AF), el uso de medicamentos como los glucocorticoides o la inmovilización prolongada (9-12). Esta patología es más común en las mujeres que en los hombres, en una proporción de aproximadamente 6 a 1 (13). De hecho, se estima que el 6% de las mujeres de 50 a 54 años tienen osteoporosis, y casi el 50% de las mujeres mayores de 80 años tienen valores de densidad mineral ósea (DMO) clasificados como osteoporosis (14). Por lo tanto, más de 200 millones de personas en todo el mundo sufren de esta patología (15). En la actualidad, esto es especialmente importante dado que recientemente se ha informado que la incidencia anual de fractura de cadera ajustada a la edad oscila entre 58 y 574 fracturas por cada 100.000 mujeres y entre 35 y 290 fracturas por cada 100.000 hombres (16). Sin embargo, incluso si la incidencia disminuye, es probable que el número de fracturas de cadera aumente como resultado del aumento de la esperanza de vida y del número de personas mayores en la sociedad (17, 18). De esta forma, se ha llegado a convertir también en unos de los problemas de salud más importantes a nivel mundial debido a su relación con el aumento de la mortalidad y la morbilidad (17, 19-22).

Sin embargo, existen diferentes factores que afectan al remodelado óseo y que son modificables, además, algunos de ellos tendrán un efecto diferente dependiendo del periodo del ciclo vital en el que nos encontremos. De forma general, los principales factores son de tipo genético, ambiental (alcohol o tabaco), mecánico, nutricional y hormonal (23-25). Puesto que los factores mecánicos son unos de los cuales pueden modificarse para mejorar el remodelado óseo, el tamaño o estímulo de la carga cobra especial relevancia (26). Según la teoría del mecanostática de Harold Frost, para inducir la reacción de crecimiento óseo, la fuerza del estímulo debe superar el umbral de sensibilidad de los tejidos a las cargas mecánicas (27). De forma más específica, según algunos autores, estas cargas mecánicas de los huesos son el resultado del impacto de la gravedad y de las fuerzas de reacción del suelo, así como de las fuerzas de reacción de los propios músculos (28). Es por ello que la osteoporosis o la pérdida de masa ósea puede ser prevenida o tratada, destacando la AF que genera un estímulo mecánico, aumenta la masa muscular y atenúa las enfermedades crónicas (29, 30).

De forma similar, se ha demostrado en múltiples ocasiones que tanto la masa magra como la masa grasa tienen también influencia en la salud ósea, relaciones que se explican gracias a la teoría mecanostática de Harold Frost previamente comentada (27). En esta línea, es importante destacar que la evidencia sugiere que el desarrollo y mantenimiento de la masa ósea depende, en gran parte, de la carga mecánica derivada específicamente del músculo esquelético (31, 32). Dado que el músculo esquelético es el componente principal de la masa magra, y las mejoras de la condición muscular que acompañan al desarrollo muscular aumentarían la generación de fuerzas sobre la unión ósea, se estimularía indirectamente el crecimiento óseo (33, 34). Así, podemos hablar de un concepto “músculo-hueso” que identifica la estrecha asociación entre la resistencia ósea y la fuerza muscular (35), siendo de vital importancia en la salud ósea los cambios en la masa magra y en la fuerza (36). En este sentido, numerosos estudios apuntan a pérdidas de masa ósea cuando el tejido óseo se ve privado del impacto de la fuerza de gravedad, lo que se asocia a la falta de carga mecánica de los huesos, así como a las pérdidas de masa magra (37). Además de la función biomecánica, el músculo esquelético y el hueso son órganos endocrinos capaces de secretar factores capaces de modular la función biológica dentro de su microambiente, en tejidos cercanos o en órganos distantes (38). Por todo ello, desde hace años la masa magra es considerada como el mejor predictor del contenido mineral óseo (CMO) (34, 39) y, se ha relacionado ampliamente con variables de masa ósea, como la DMO y el CMO (40, 41). Además, se ha demostrado en un estudio reciente con niños que los que mayor masa magra tenían, mostraban también valores más altos CMO y DMO que aquellos con menor masa magra después de controlador por las variables confusoras relevantes (42). Sin embargo, su relación con la salud ósea puede llegar a ser muy compleja debido a las múltiples asociaciones en las que este componente está involucrado. En cuanto a la masa grasa, su efecto sobre la acumulación mineral ósea y el logro de la masa ósea máxima es mucho más controvertido. El simple hecho de soportar nuestro peso corporal ya ejerce una presión sobre los huesos, por lo que generalmente, un mayor peso corporal aumenta esta acción. De hecho, la conexión entre la grasa y el hueso es importante clínicamente, ya que la delgadez es un factor de riesgo potencialmente prevenible para las fracturas óseas (43). Además, se ha demostrado también que el tejido adiposo tiene un efecto protector sobre el tejido óseo al reducir el riesgo de osteoporosis (44, 45). De esta forma, varios estudios han demostrado que las personas con sobrepeso y obesidad tienen mayor CMO y DMO (46-48), aunque en algunos casos estas asociaciones se explican por unos mayores niveles de masa magra (46). Contrariamente, otros estudios han asociado la masa grasa con DMO y CMO (49-52), incluso cuando la masa magra es relativamente baja y normal (53). Sin embargo, durante la pubertad no hay tantas evidencias de estas relaciones en ambos sexos (54), no mostrándose de forma específica durante este periodo correlación entre el aumento de la masa grasa y

la mejoría de masa ósea (55, 56). Estas contradicciones y la relación de la grasa con la masa ósea pueden deberse a los niveles hormonales (43), razón por la cual existen mayores discrepancias y estudios en la población prepúber y púber y en las mujeres postmenopáusicas. Así, el aumento de estrógenos en el tejido adiposo y las adipokinas, como la leptina, puede modular las células óseas a través de acciones directas e indirectas (57, 58).

De este modo, y dada la importancia de la masa ósea y la gran cantidad de personas que sufren osteoporosis (más de 200 millones de personas en todo el mundo (15)), esta ha llegado a convertirse en uno de los problemas de salud más importantes a nivel mundial. Además, tiene una gran relación con el aumento de la mortalidad y la morbilidad (17, 19-22). Sin embargo, al igual que ocurre con cualquier patología o enfermedad, existen diversas poblaciones con mayor riesgo de padecer problemas óseos debido a sus características o situación concreta. En el caso de la salud ósea, caben destacar las poblaciones que se encuentran en dos momentos específicos del ciclo vital: la infancia-adolescencia y la vejez.

Los niños y adolescentes se encuentran en un periodo crítico para el desarrollo óseo, durante el cual, el aumento de la acumulación ósea puede ayudar a reducir el riesgo de osteoporosis y fracturas óseas futuras (59, 60). Esta masa ósea se va adquiriendo de forma lenta y paulatina durante esta primera etapa, sin embargo, con el inicio de la pubertad y el mayor incremento de la talla, la adquisición de masa ósea se produce de una forma mucho más rápida, alcanzándose el pico de máxima ganancia ósea poco después del aumento pico de la estatura (61). Si bien, el 20% del pico de masa ósea depende de factores ambientales y de estilo de vida como la AF, la nutrición y los niveles de hormonas sexuales durante la pubertad (58, 59); siendo el tejido óseo más sensible a los cambios estructurales derivados de la AF y el aumento mecánico antes de alcanzar la masa ósea máxima (62). Así, dependiendo de la maduración sexual de cada persona, los diferentes factores condicionantes de la adquisición ósea podrían afectar de una forma específica; incrementando de esta forma el riesgo de esta población. Concretamente, en lo que a la maduración sexual se refiere, su importancia se produce porque los esteroides sexuales tienen un papel crucial en la masa ósea y en todos los componentes de la composición corporal (%masa grasa y masa magra) (63, 64). Aunque la relación entre el fitness cardiorrespiratorio, la aptitud muscular y la masa ósea en escolares mediada por la masa magra y % masa grasa fue estudiada previamente (42, 65), la influencia de la maduración sexual no ha sido analizada a pesar de que algunas investigaciones indicaron la necesidad de estudiar este tema (42, 65, 66). Por esta razón, definir las influencias del fitness cardiorrespiratorio, de la aptitud muscular y el papel de % masa grasa y la masa magra en las diferentes etapas de maduración sexual sería esencial para mejorar la adquisición máxima de masa ósea.

Por el contrario, en el caso de las personas mayores, el problema radica en que durante el proceso de envejecimiento se producen una serie de cambios

fisiológicos, siendo la reducción de la masa ósea una consecuencia bien conocida del mismo (67). La tasa de descomposición de la masa ósea es similar en hombres y mujeres antes de los 50 años, pero después de esto, la disminución de masa ósea se vuelve muy diferente, lo que se atribuye principalmente a la menopausia (68). En las mujeres, a la edad de 70 años la DMO de la columna en comparación con las mujeres jóvenes sufre un descenso promedio de un 20%, una disminución del 25% en la DMO del cuello femoral y una disminución del 40% en la DMO del triángulo de Ward (69). En los hombres mayores, la DMO del cuello femoral y del triángulo de Ward muestran una pérdida menor (21% y 34% menos en comparación con el valor promedio a la edad de 20 años). El trocánter, al igual que la columna, muestra sólo una ligera disminución con la edad en este sexo (70, 71). Para intentar prevenir esta reducción de la masa ósea, así como los factores determinantes en el proceso de envejecimiento y la coordinación motora, se ha sugerido la AF y el estilo de vida activo como una estrategia fundamental (72-75). Además, en el momento en el cual nos encontramos, estudiar a la población mayor es de vital importancia, dado que el número de personas que llegan a superar los 65 años es muy elevado, siguiendo su aumento de forma exponencial (76). Estamos ante una época de envejecimiento de la población, en la cual, cada vez se llegará con mayor número de enfermedades y menor calidad de vida. Sin embargo, no se ha estudiado anteriormente cómo influye en la salud ósea la forma en la que se distribuye el tiempo durante las horas de vigilia entre los diferentes comportamientos de movimiento de forma conjunta. Así, el análisis de los datos composicional permite estudiar esta distribución, ya que el período de 24 horas es finito y el tiempo que se pasa en cada comportamiento de movimiento es intrínsecamente colineal y co-dependiente (77, 78). De forma similar y, hasta donde sabemos, pocos estudios han analizado longitudinalmente el efecto de la AF y ninguno ha tenido en cuenta la distribución del comportamiento del movimiento en horas de vigilia. Además, los datos longitudinales proporcionan mejores estimaciones de la tasa de descomposición de la masa ósea, puesto que los cambios relacionados con la edad en la composición ósea dentro de un individuo son menores que los observados en toda la población envejecida (79). Similarmente, los datos longitudinales sobre la disminución ósea en las personas de edad avanzada son escasos, especialmente en los hombres de edad avanzada sanos. Por consiguiente, la evaluación exhaustiva de la pérdida ósea a lo largo del tiempo y la evaluación de los efectos de la AF son importantes para caracterizar la tasa de pérdida ósea durante el envejecimiento (80) y para evaluar los efectos de esta contramedida.

Por otro lado, hay ciertas patologías o síndromes que bien de forma implícita por las características de la misma, o bien por las consecuencias que conllevan, generan también problemas para la salud ósea. En este sentido, nos hemos centrado en algunos de los que tienen relación con la AF o más bien, la deficiencia de la misma; dado que esta influye en todos los parámetros de la

composición corporal, pudiendo aumentar la masa magra y la reacción de crecimiento óseo y disminuir también la masa grasa. Además, la AF es el tratamiento no farmacológico idóneo para la prevención de la osteoporosis y mejora de la salud ósea (81). Algunas de estas patologías serían la enfermedad de McArdle, la lesión medular o la fragilidad.

La fragilidad es un síndrome geriátrico que implica múltiples dominios del funcionamiento corporal, incluida la movilidad, el equilibrio, la fuerza muscular, el procesamiento motor, la cognición, las emociones, la calidad de vida, la nutrición, la resistencia y la AF (82). Por ello, produce un deterioro destacable en las personas de avanzada edad, disminuye en gran medida la calidad de vida y puede influir también en un mayor descenso de masa ósea; ya que la osteoporosis y la fragilidad comparten muchos factores de riesgo comunes, como la desnutrición, la sarcopenia, la inactividad física y el bajo nivel de vitamina D (83, 84). Para intentar establecer una mayor o menor grado de este síndrome, suele ser común utilizar test y escalas que categorizan a la población en robustas, pre-frágiles y frágiles, aumentando la severidad respectivamente (85). Además, la fragilidad es una de las prevalencias o problemas que mayor preocupación causa a día de hoy en la población mayor, la cual ya se encuentra en riesgo de problemas de salud ósea aunque no se padezca fragilidad. Por ello, algunas investigaciones previas recientes ya indicaron la necesidad de estudiar cómo la AF y el sedentarismo podrían influir simultáneamente en las variables de fragilidad y salud (86, 87); al igual que la forma en la que esta distribución del tiempo afecta a la descomposición de la masa ósea en función del estado de fragilidad a lo largo de los años (86). Así, estudiar la composición corporal y los cambios de la masa ósea a lo largo de los años en personas mayores frágiles es esencial para entender de forma correcta todo el proceso de envejecimiento.

En cuanto a la enfermedad de McArdle (o enfermedad de almacenamiento de glucógeno tipo V), se trata de un trastorno metabólico hereditario causado por la deficiencia de miofosforilasa, la enzima que cataliza el primer paso de la descomposición del glucógeno en el tejido muscular (88, 89). Este trastorno es posiblemente el paradigma de la intolerancia al ejercicio (90) y se manifiesta funcionalmente como “crisis” agudas de fatiga, mialgia y contracturas musculares (especialmente durante los primeros minutos de ejercicio). Todo ello a menudo está acompañado de mioglobinuria (orina oscura), como resultado de daños en los músculos esqueléticos, con esta última típicamente reflejada en niveles séricos elevados de creatina kinasa (CK). Por estas razones, la AF ha sido contraindicada durante mucho tiempo en estos pacientes; aunque, un estilo de vida inactivo exacerba aún más la intolerancia al ejercicio de los pacientes (91) y podría aumentar potencialmente el riesgo de otras comorbilidades asociadas con la inactividad física. Además, una característica única de la enfermedad es el llamado “segundo aliento” (92, 93), que hace referencia a la capacidad de reanudar el ejercicio dinámico y masivo al superar la fatiga prematura al comienzo del ejercicio (90). Durante este periodo de fatiga, los pacientes

aumentan exponencialmente la frecuencia cardíaca y dolor muscular a un esfuerzo constante, después de unos 7-8 minutos de actividad, ambos disminuyen y se puede reanudar el ejercicio (88, 94). Dados todos estos problemas para realizar AF derivados de esta enfermedad, cabría esperar que las personas con enfermedad de McArdle tuvieran menor masa magra, lo que a su vez afectaría también a la masa ósea. Si tenemos en cuenta que hasta donde nosotros sabemos, ningún estudio ha evaluado objetivamente la masa magra y la masa ósea utilizando DXA, al igual que tampoco se ha determinado hasta qué punto estas dos variables están asociadas con los niveles de PA, estudiar esta población resultaría aún de mayor importancia. Además, es importante también describir exhaustivamente el fenotipo clínico de la enfermedad de McArdle en niños. Esto es especialmente relevante si se tiene en cuenta que, hasta que no se disponga de un tratamiento curativo, los datos epidemiológicos actuales apoyan la adopción temprana de un estilo de vida activo como la mejor opción para estos pacientes, pudiendo atenuar las consecuencias deletéreas de la enfermedad, como por ejemplo la debilidad muscular fija (95).

Finalmente, la lesión de la médula espinal incluye aquellos trastornos que producen una desconexión en el sistema nervioso central y causan diferentes consecuencias dependiendo de la implicación y el nivel de la lesión (96). De forma que, debido a la inactividad que conlleva la lesión y una alta tasa de rotación caracterizada por el desacoplamiento formación-resorción ósea (97-99), uno de los principales problemas derivados sería la pérdida de masa ósea; ya que la densidad mineral ósea en las zonas paralizadas disminuye precipitadamente (100-102). La AF parece ser un factor de peso en el mantenimiento de la salud de las personas con lesión medular, así como en el mantenimiento del funcionamiento óptimo del sistema orgánico, el bienestar psicológico y el fitness cardiorrespiratorio; si bien, no está clara aún la magnitud de la carga que es efectiva para atenuar la disminución de la DMO (103-105). Además, ningún estudio ha examinado conjuntamente la asociación del fitness cardiorrespiratorio y la masa magra con los resultados óseos en pacientes con lesión medular y específicamente a través del análisis de mediación. Por lo tanto, sería interesante evaluar si el fitness cardiorrespiratorio óptimo podría influir en la salud ósea a través de la presencia de una mayor masa magra en estos pacientes específicos y, sobre todo, comprobar si existe una adaptación específica en los brazos en esta población; dado que sus extremidades superiores son esenciales para que puedan llevar a cabo las actividades de la vida diaria.

En consecuencia, sería totalmente esencial buscar estrategias para mejorar la salud a lo largo de todo el ciclo vital y, sobre todo, centrándose en aquellas poblaciones que se poseen mayor riesgo para sufrir cualquier problema óseo. Así, el objetivo general de la Tesis Doctoral fue ampliar el conocimiento científico existente sobre los efectos de la AF, el sedentarismo y la condición física en la salud ósea y la composición corporal en diferentes poblaciones en riesgo.

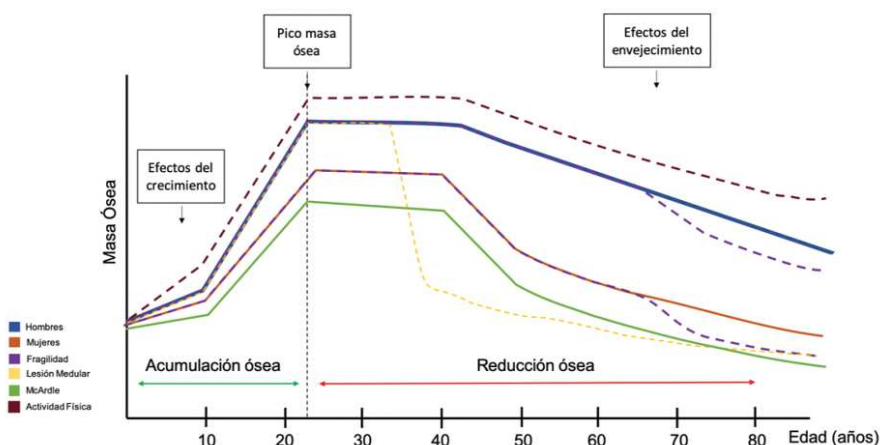


Figura 1. Masa ósea a lo largo del ciclo vital por sexo, síndrome y al realizar actividad física.

METODOLOGÍA

Para ello se comenzó evaluando a 200 niños y adolescentes [88 niños y 112 niñas (12 ± 2 años)], los cuales fueron clasificados según su maduración sexual en pre-púberes y púberes. De forma similar, se evaluó también a 10 niños con enfermedad de McArdle frente a 30 niños control sin la enfermedad (13 ± 2 años) y a 36 adultos con esta misma enfermedad (McArdle o glucogenosis tipo V) (33 ± 15 años) frente a 103 adultos control (34 ± 11 años). En este último caso, a los adultos con enfermedad de McArdle también se les clasificó en activos o inactivos en función de su AF. Por otro lado, se midió a 30 hombres adultos con lesión medular crónica (32 ± 6 años) frente a otros 30 hombres adultos control (30 ± 8 años). En relación a las personas mayores, en los estudios transversales contamos con 871 participantes [395 hombres (77 ± 5 años) y 476 mujeres (77 ± 5 años)]; mientras que para los longitudinales evaluamos a 227 personas mayores entre 65 y 94 años (102 hombres y 125 mujeres) con 4 años de diferencia entre cada una de las mediciones. Además, a nivel transversal también se clasificó a las personas mayores en función de su salud ósea (buena, osteopenia y osteoporosis, tanto a nivel del cuello del fémur como de la columna lumbar), y de su estatus de fragilidad (robustos, pre-frágiles y frágiles). Igualmente, a nivel longitudinal se les clasificó por un lado según envejecimiento óseo (envejecimiento positivo o negativo, tanto a nivel del cuello del fémur como de la columna lumbar), y por otro según su cambio en el estatus de fragilidad (mejora, mantenimiento o empeoramiento en el estatus de fragilidad). Todos los estudios fueron aprobados por el correspondiente comité de ética y fueron

adheridos a los principios de la Declaración de Helsinki 1961 (revisión Edimburgo 2008). Igualmente, un consentimiento informado explicando los objetivos y procedimientos del estudio, así como sobre los posibles riesgos y beneficio fue firmado por todos los sujetos o tutores legales de los mismos.

La composición corporal y salud ósea de todos ellos se determinó mediante densitometría ósea (DXA) (Hologic QDR Discovery, Bedford, USA), evaluándose tanto a nivel de cuerpo entero con los correspondientes análisis regionales, como específicamente en la zona del cuello femoral y la columna lumbar (L1-L4). Además, en algunos estudios también se obtuvieron las puntuaciones T y Z a nivel óseo y el índice de masa corporal (IMC) en el caso de los niños para determinar la obesidad.

La AF fue obtenida mediante acelerometría (ActiTrainer y ActiGraph wGT3X-BT; ActiGraph, Pensacola, FL, USA), a excepción de los pacientes con enfermedad de McArdle, con los que utilizamos el International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). En el caso del IPAQ, se utilizó para categorizar a los sujetos en dos subgrupos de acuerdo con sus niveles de AF en el tiempo libre durante los 7 días anteriores. Por consiguiente, se clasificó a los participantes como “activos” si completan $\leq$ equivalentes metabólicos (MET)·min·week⁻¹ (donde 1 MET es el gasto energético en reposo, equivalente a ~ 3.5 mL O₂/kg⁻¹·min⁻¹, y 600 MET·min·week⁻¹ refleja el mínimo de 150 min/semana de AFMV recomendado por la OMS para todos los adultos (106). Los participantes fueron considerados “inactivos” si su AF estaba por debajo de este umbral (107, 108). En cuanto a la acelerometría, se registraron 7 días consecutivos, con epocs de 1 minuto y definiendo el tiempo sin uso como periodos de al menos 60 minutos consecutivos con conteo cero, con margen de 2 minutos de conteo entre cero y 100 (109). En todos los casos se incluyeron a los sujetos con al menos cuatro días válidos, incluyendo al menos 480 min (8 h/día) de uso sin conteos excesivos (es decir, >20,000 conteos) como en estudios anteriores (110). Cada minuto de tiempo de uso válido se clasificó en una de las bandas de intensidad clásicas utilizando el umbral basado en el conteo: tiempo sedentario (<1.5 METs), AF ligera (AFL) (1.5-2.99 METs) y AF modera-vigorosa (AFMV) ($\leq$ 3 METs), utilizando los puntos de corte por minuto específicos de adultos mayores para los recuentos de magnitud vectorial (111, 112).

En relación a la condición física (fitness cardiorrespiratorio y potencia muscular), se evaluó mediante calorimetría indirecta (Oxycon Pro, Jaeger, Hoechberg, Alemania), usando un ergómetro cíclico (Ergometrics 800, Ergoline, Alemania) o un ergómetro de brazo (V², LODE, Groningen, Alemania) en el caso del estudio con personas con lesión medular. En todos los casos se realizaron test incrementales máximos. De forma más específica y, en función de cada población, se midieron los niveles de CK, parámetros bioquímicos, genéticos, socioeconómicos y nutricionales, el estatus de fragilidad tanto con la Escala de Rasgo de Fragilidad como con los criterios de Fried y el estado de maduración sexual a partir del test de Tanner.

Se utilizaron también diversos análisis estadísticos con el paquete SPSS y el software R, destacando los análisis de mediación y moderación y los composicionales además de otro tipo de estadística más básica.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En nuestro estudio con los niños pre-púberes y púberes encontramos que tanto la masa magra como el % masa grasa fueron mediadores en la relación entre la masa ósea y el fitness cardiorrespiratorio y entre la masa ósea y la potencia muscular. Sin embargo, durante la pubertad solo la masa magra actuó como mediador tanto en las asociaciones entre masa ósea y fitness cardiorrespiratorio como en las asociaciones relativas a la potencia muscular. De esta forma, con el crecimiento y la maduración sexual, el efecto total de la masa magra como mediadora en la asociación entre el fitness cardiorrespiratorio o la potencia muscular y la DMO del cuello femoral parece aumentar un 18.5%, mientras que en la DMO del cuerpo entero el incremento fue del 21.1%. Por el contrario, la influencia del % masa grasa parece desaparecer con la maduración sexual, a pesar de la existencia de mediación completa en el estado pre-puberal. Estos hallazgos nos llevan a resaltar la importancia de estudiar ambos estados puberales por separado, algo que no siempre se tiene en cuenta en los estudios con esta población.

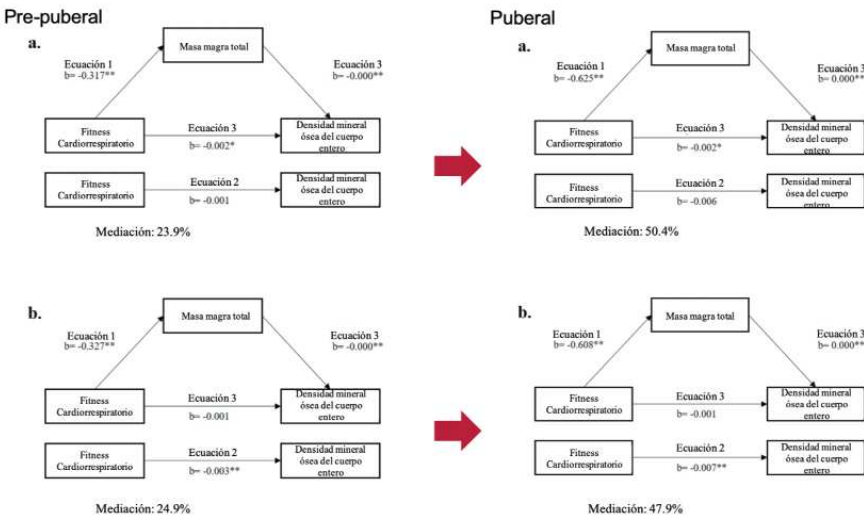


Figura 2. Cambio producido por la maduración sexual en el efecto mediador de la masa magra total en la relación entre el fitness cardiorrespiratorio y la densidad mineral ósea del cuerpo entero. Figura traducida y adaptada de Rodríguez-Gómez et al. (2019), Body Composition as Mediator between the Physical Fitness on Bone Mass during Growth. Medicine and science in sports and exercise.

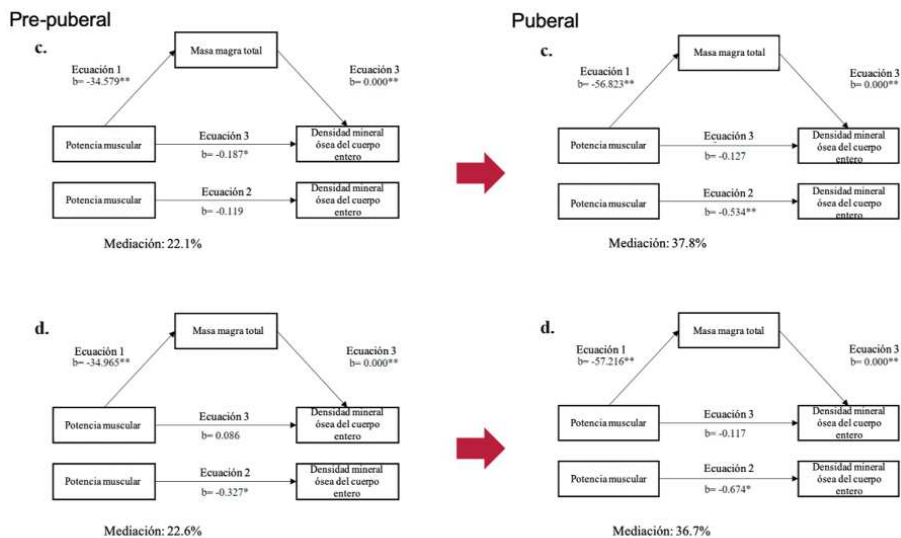


Figura 3. Cambio producido por la maduración sexual en el efecto mediador de la masa magra total en la relación entre la potencia muscular y la densidad mineral ósea del cuerpo entero. Figura traducida y adaptada de Rodríguez-Gómez et al. (2019), Body Composition as Mediator between the Physical Fitness on Bone Mass during Growth. Medicine and science in sports and exercise.

En relación a los niños y adolescentes con enfermedad de McArdle, destacamos una “hipertrofia muscular no osteogénica”, característica no conocida previamente y que parece indicar la existencia de problemas de salud ósea desde la infancia en esta enfermedad. Además, merece una especial atención dado que la baja osteogénesis a una edad temprana predice un alto riesgo de osteoporosis más adelante en la vida. Así, en niños con enfermedad de McArdle la masa ósea fue significativamente inferior a la del grupo control, contrariamente a la masa magra, la cual fue significativamente superior. Sorprendentemente, en niños con enfermedad de McArdle no existía correlación entre masa magra y ósea. De igual modo, al estudiar a los adultos con esta misma enfermedad encontramos nuevamente que la enfermedad McArdle se asocia con una masa ósea deficiente, manteniéndose así este problema también durante la edad adulta y no habiéndose descrito o estudiado previamente. En este caso, los adultos con enfermedad de McArdle tenían significativamente menos masa magra y masa ósea que el grupo control. Aunque si bien es cierto que tanto los pacientes de enfermedad McArdle activos como los no activos poseen una salud ósea comprometida, parece haber una asociación consistente entre los niveles más altos de AF y un fenotipo de composición corporal más saludable, mostrando los pacientes con enfermedad de McArdle activos una mayor masa magra que sus homólogos

sedentarios. Por todo ello, se podría confirmar que una nueva condición en las personas con enfermedad de McArdle, la mala salud ósea. Sin embargo, debido a que probablemente no habrá cura genética para la enfermedad de McArdle en un futuro previsible, nuestros estudios proporcionan una justificación adicional para apoyar la implementación de la intervención de AF en estos pacientes.

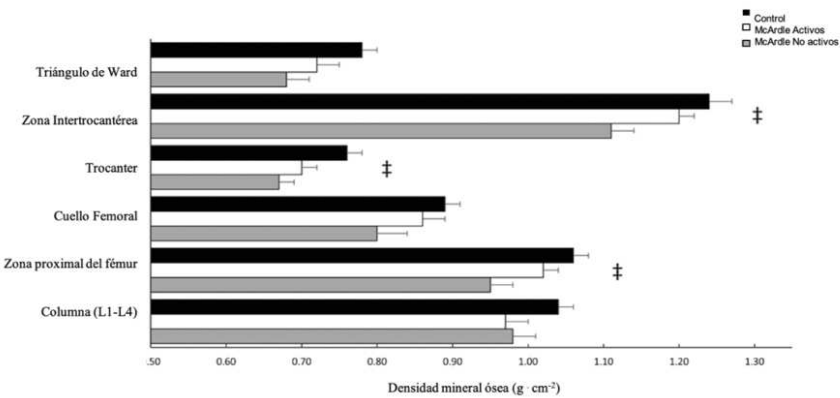


Figura 4. Diferencias de densidad mineral ósea en las regiones de la cadera y columna entre grupo control, personas con enfermedad de McArdle activas y personas con enfermedad de McArdle no activas. Figura traducida y adaptada de Rodríguez-Gómez et al. (2018), A new condition in McArdle disease: poor bone health-benefits of an active lifestyle. Medicine and science in sports and exercise.

En hombres adultos con lesión medular crónica parece identificarse una asociación indirecta entre el fitness cardiorrespiratorio y la masa ósea de los brazos, destacando la influencia de la masa magra regional como factor mediador; algo que no ocurría en el grupo control sin lesión medular. Este hallazgo resalta la importancia de tener un fitness cardiorrespiratorio adecuado para el mantenimiento de una buena salud ósea en esta población, destacando también nuevamente la gran importancia de la masa magra. Además, resulta especialmente relevante este efecto sobre los brazos, ya que podrían prevenirse fracturas óseas a ese nivel; las cuales disminuyen la calidad de vida de las personas con lesión medular dado que sus brazos son esenciales para que puedan realizar las actividades de la vida diaria.

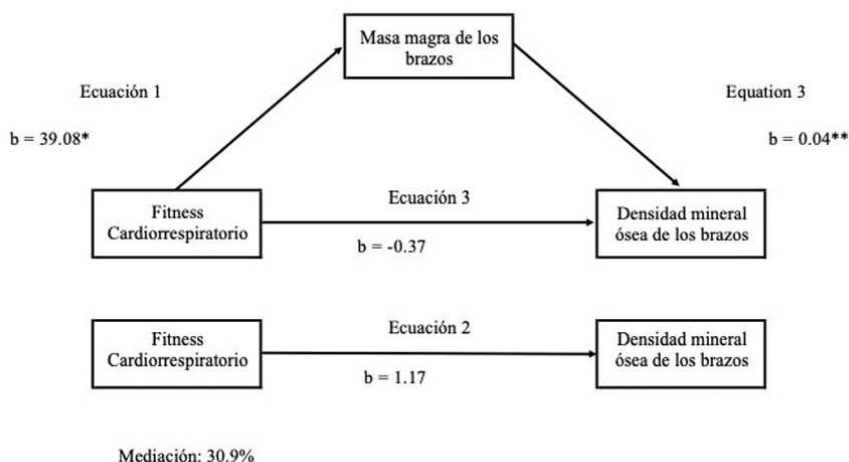


Figura 5. Asociación entre fitness cardiorrespiratorio y densidad mineral ósea de los brazos con la masa magra de los brazos como variable mediadora. Figura traducida y adaptada de Rodríguez-Gómez et al. (2019), Cardiorespiratory fitness and arm bone mineral health in young males with spinal cord injury: the mediator role of lean mass. *Journal of sports sciences*.

Finalmente, las asociaciones entre salud ósea y los comportamientos de movimiento parecen ser dependientes del sexo en la población mayor, de forma que deberían estudiarse independientemente. Concretamente, en las personas mayores en general el efecto positivo de la AFMV sobre la masa ósea es el efecto más claro en relación a la AF; sin embargo, esta relación es mayor en hombres que en mujeres. Así, identificamos que disminuir el tiempo de sedentarismo y mantener o aumentar la AFL y la AFMV, respectivamente, podría mejorar la masa ósea en hombres mayores y, especialmente en los robustos. De forma similar, las mujeres frágiles y pre-frágiles se podrían beneficiar también de esta relación, pero destacando el aumento de la AFL en las primeras y, el efecto de la AFMV en relación con los otros comportamientos en las segundas. Pese a estos resultados, en el caso de las mujeres mayores de forma general y de las mujeres robustas encontramos los resultados contrarios. Si bien, las mujeres mayores sí que podrían reducir el riesgo de fracturas óseas mediante el aumento de la AF y la reducción del sedentarismo, a pesar de que no se encontraron beneficios claros de forma directa de la AF sobre la masa ósea. Esto se podría demostrar ya que al comparar a las personas mayores en función de si habían sufrido o no fracturas óseas previas, las mujeres mayores sin fracturas óseas mostraron un menor tiempo de realización de actividades sedentarias y un mayor tiempo en AFL y AFMV en comparación con el grupo con fracturas óseas. De modo que se podría resaltar que para evaluar la salud ósea en mujeres

mayores habría que centrarse en otros factores más concretos de calidad ósea. Por el contrario, al tener en cuenta el grado de fragilidad, las diferencias entre hombres y mujeres no serían tan notables, dado que tanto los hombres como las mujeres pre-frágiles y frágiles pasaron más tiempo en actividades sedentarias y menos realizando AFL y AFMV, lo que sería el patrón de movimiento opuesto al del subgrupo de personas mayores robustas (sin fragilidad).

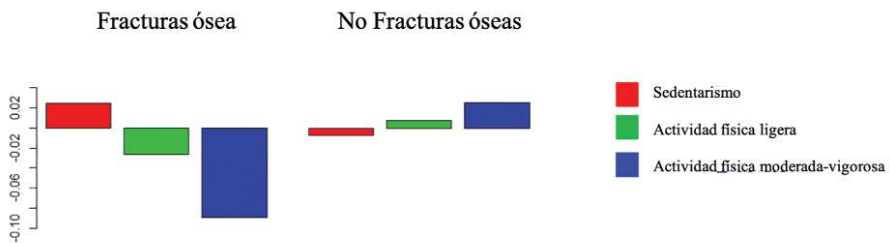


Figura 6. Comparación de los comportamientos del movimiento entre mujeres mayores con y sin fracturas óseas previas. Figura traducida y adaptada de Rodríguez-Gómez et al. (2018), Associations between sedentary time, physical activity and bone health among older people using compositional data analysis. PloS one.

Igualmente, al estudiar estos efectos durante el proceso de envejecimiento, podemos determinar que aumentar la AFMV relacionada con otras conductas de movimiento produce mejoras en la tasa descenso óseo en hombres mayores; mientras que disminuir el sedentarismo, aumentar la AFL y mantener la AFMV sería el mejor enfoque para aumentar la masa ósea en mujeres mayores. Además, este modelo (disminución de sedentarismo y aumento de AF, especialmente AFMV) fue el representativo de las personas con un descenso óseo en el cuello femoral y en la columna vertebral igual o menor al correspondiente para su edad, lo que representa una buena estrategia para retrasar la aparición de la osteoporosis en las personas mayores. De igual forma, este modelo también representó a aquellos que consiguieron mejorar su estado de fragilidad a lo largo de los años. En relación a los efectos directos sobre la salud ósea, estos beneficios de la AFMV destacarán en mayor medida si las personas mayores consiguen mejorar su estatus de fragilidad durante el envejecimiento. Si por el contrario las personas mayores empeoran o mantienen su estatus de fragilidad, los cambios en el tiempo empleado en actividades sedentarias o en la realización de AF producirá menores efectos sobre la tasa de descomposición ósea. En estos últimos estudios, los datos longitudinales al ser utilizados en el paradigma del análisis de datos composicional proporcionan un conocimiento nuevo y más específico sobre el envejecimiento óseo en hombres y mujeres mayores.

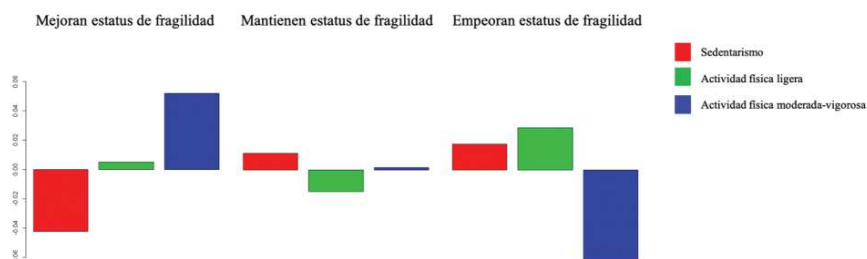


Figura 7. Comparación de los cambios en los comportamientos del movimiento entre las personas mayores que mejoraron, mantuvieron y empeoraron su estatus de fragilidad. Figura traducida y adaptada de Rodríguez-Gómez et al. (2020), Prospective Changes in the Distribution of Movement Behaviors Are Associated With Bone Health in the Elderly According to Variations in their Frailty Levels. *Journal of Bone and Mineral Research*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vived ÀM. Fundamentos de fisiología de la actividad física y el deporte: Ed. Médica Panamericana; 2005.
2. Datta H, Ng W, Walker J, Tuck S, Varanasi S. The cell biology of bone metabolism. *Journal of clinical pathology*. 2008;61(5):577-87.
3. Dallas SL, Prideaux M, Bonewald LF. The osteocyte: an endocrine cell... and more. *Endocrine reviews*. 2013;34(5):658-90.
4. Andersen TL, Sondergaard TE, Skorzynska KE, Dagnaes-Hansen F, Plesner TL, Hauge EM, et al. A physical mechanism for coupling bone resorption and formation in adult human bone. *The American journal of pathology*. 2009;174(1):239-47.
5. Teitelbaum SL. Osteoclasts: what do they do and how do they do it? *The American journal of pathology*. 2007;170(2):427-35.
6. Ross MH, Pawlina W. Histología: texto y atlas color con biología celular y molecular: Editorial Médica Panamericana; 2012.
7. Khosla S, Oursler MJ, Monroe DG. Estrogen and the skeleton. *Trends in Endocrinology & Metabolism*. 2012;23(11):576-81.
8. Consensus A. Consensus development conference: diagnosis, prophylaxis, and treatment of osteoporosis. *Am J Med*. 1993;94(6):646-50.
9. Marcus R, Dempster DW, Bouxsein ML. The nature of osteoporosis. *Osteoporosis (Fourth Edition)*: Elsevier; 2013. p. 21-30.
10. Musumeci G, Trovato FM, Pichler K, Weinberg AM, Loreto C, Castrogiovanni P. Extra-virgin olive oil diet and mild physical activity prevent

cartilage degeneration in an osteoarthritis model: an in vivo and in vitro study on lubricin expression. *The Journal of nutritional biochemistry*. 2013;24(12):2064-75.

11. Bonucci E, Ballanti P. Osteoporosis—bone remodeling and animal models. *Toxicologic pathology*. 2014;42(6):957-69.

12. Concetta Aiello F, Maria Trovato F, Anna Szychlińska M, Imbesi R, Castrogiovanni P, Loreto C, et al. Molecular links between diabetes and osteoarthritis: The role of physical activity. *Current diabetes reviews*. 2017;13(1):50-8.

13. Kauppi M. Determinants of Bone Strength and Predictors of Hip Fracture among Finnish Adults. Results from the Health 2000 Survey and the Mini-Finland Health Survey. 2015.

14. Hernlund E, Svedbom A, Ivergård M, Compston J, Cooper C, Stenmark J, et al. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden. *Archives of osteoporosis*. 2013;8(1-2):1-115.

15. Reginster J-Y, Burlet N. Osteoporosis: a still increasing prevalence. *Bone*. 2006;38(2):4-9.

16. Kanis JA, Odén A, McCloskey E, Johansson H, Wahl DA, Cooper C. A systematic review of hip fracture incidence and probability of fracture worldwide. *Osteoporosis International*. 2012;23(9):2239-56.

17. Ahlborg HG, Rosengren BE, Järvinen TL, Rogmark C, Nilsson J-Å, Sernbo I, et al. Prevalence of osteoporosis and incidence of hip fracture in women-secular trends over 30 years. *BMC Musculoskelet Disord*. 2010;11(1):1.

18. Marks R. Hip fracture epidemiological trends, outcomes, and risk factors, 1970–2009. *International journal of general medicine*. 2010;3:1.

19. Braun SI, Kim Y, Jetton AE, Kang M, Morgan DW. Sedentary Behavior, Physical Activity, and Bone Health in Postmenopausal Women. *J AGING PHYS ACTIV* 2017;25(2):173-81.

20. Ho-Pham LT, Nguyen UD, Pham HN, Nguyen ND, Nguyen TV. Reference ranges for bone mineral density and prevalence of osteoporosis in Vietnamese men and women. *BMC Musculoskelet Disord*. 2011;12(1):182.

21. Burge R, Dawson-Hughes B, Solomon DH, Wong JB, King A, Tosteson A. Incidence and economic burden of osteoporosis-related fractures in the United States, 2005–2025. *J Bone Miner Res*. 2007;22(3):465-75.

22. Ioannidis G, Papaioannou A, Hopman WM, Akhtar-Danesh N, Anastassiades T, Pickard L, et al. Relation between fractures and mortality: results from the Canadian Multicentre Osteoporosis Study. *Can Med Assoc J*. 2009;181(5):265-71.

23. Raisz LG, Rodan GA. Embryology and cellular biology of bone. *Metabolic Bone Disease and Clinically Related Disorders (Third Edition)*: Elsevier; 1998. p. 1-22.

24. Phan T, Xu J, Zheng M. Interaction between osteoblast and osteoclast: impact in bone disease. *Histology and histopathology*. 2004;19(4):1325-44.

25. Crockett J, Mellis D, Scott D, Helfrich M. New knowledge on critical osteoclast formation and activation pathways from study of rare genetic diseases of osteoclasts: focus on the RANK/RANKL axis. *Osteoporosis International*. 2011;22(1):1-20.
26. Rubin CT, Lanyon LE. Regulation of bone mass by mechanical strain magnitude. *Calcified tissue international*. 1985;37(4):411-7.
27. Frost HM. Perspectives: A proposed general model of the “mechanostat”(suggestions from a new skeletal-biologic paradigm). *The Anatomical Record: An Official Publication of the American Association of Anatomists*. 1996;244(2):139-47.
28. Morseth B, Emaus N, Jørgensen L. Physical activity and bone: The importance of the various mechanical stimuli for bone mineral density. A review. *Norsk epidemiologi*. 2011;20(2).
29. Pichler K, Loreto C, Leonardi R, Reuber T, Weinberg AM, Musumeci G. RANKL is downregulated in bone cells by physical activity (treadmill and vibration stimulation training) in rat with glucocorticoid-induced osteoporosis. *Histol Histopathol*. 2013;28(9):1185-96.
30. Loreto C, Musumeci G, Castorina A, Loreto C, Martinez G. Degenerative disc disease of herniated intervertebral discs is associated with extracellular matrix remodeling, vimentin-positive cells and cell death. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*. 2011;193(2):156-62.
31. Lu T-W, Taylor SJ, O'Connor JJ, Walker PS. Influence of muscle activity on the forces in the femur: an in vivo study. *Journal of Biomechanics*. 1997;30(11-12):1101-6.
32. Burr DB. Muscle strength, bone mass, and age-related bone loss. *Journal of Bone and Mineral Research*. 1997;12(10):1547-51.
33. Frost HM. Muscle, bone, and the Utah paradigm: a 1999 overview. *Medicine and science in sports and exercise*. 2000;32(5):911-7.
34. Vicente-Rodríguez G, Ara I, Pérez-Gómez J, Dorado C, Calbet JA. Muscular development and physical activity as major determinants of femoral bone mass acquisition during growth. *British journal of sports medicine*. 2005;39(9):611-6.
35. Vivanco-Muñoz N, Reyes-Sánchez M, Lazcano E, Díaz R, Antúnez O, Clark P. Physical activity is a prognostic factor for bone mineral density in Mexican children. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*. 2012;69(1):40-5.
36. Goodman CA, Hornberger TA, Robling AG. Bone and skeletal muscle: key players in mechanotransduction and potential overlapping mechanisms. *Bone*. 2015;80:24-36.
37. Rittweger J, Beller G, Armbrecht G, Mulder E, Buehring B, Gast U, et al. Prevention of bone loss during 56 days of strict bed rest by side-alternating resistive vibration exercise. *Bone*. 2010;46(1):137-47.
38. Cianferotti L, Brandi ML. Muscle-bone interactions: basic and clinical aspects. *Endocrine*. 2014;45(2):165-77.

39. El Hage RP, Courteix D, Benhamou C-L, Jacob C, Jaffré C. Relative importance of lean and fat mass on bone mineral density in a group of adolescent girls and boys. *European journal of applied physiology*. 2009;105(5):759-64.
40. Zhu K, Briffa K, Smith A, Mountain J, Briggs A, Lye S, et al. Gender differences in the relationships between lean body mass, fat mass and peak bone mass in young adults. *Osteoporosis International*. 2014;25(5):1563-70.
41. Brug J, van Stralen MM, te Velde SJ, Chinapaw MJ, De Bourdeaudhuij I, Lien N, et al. Differences in weight status and energy-balance related behaviors among schoolchildren across Europe: the ENERGY-project. *PloS one*. 2012;7(4):e34742.
42. Torres-Costoso A, Gracia-Marco L, Sánchez-López M, García-Prieto JC, García-Hermoso A, Díez-Fernández A, et al. Lean mass as a total mediator of the influence of muscular fitness on bone health in schoolchildren: a mediation analysis. *Journal of sports sciences*. 2015;33(8):817-30.
43. Reid I. Relationships between fat and bone. *Osteoporosis International*. 2008;19(5):595-606.
44. Reid IR, Plank LD, Evans MC. Fat mass is an important determinant of whole body bone density in premenopausal women but not in men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 1992;75(3):779-82.
45. Douchi T, Yamamoto S, Oki T, Maruta K, Kuwahata R, Nagata Y. Relationship between body fat distribution and bone mineral density in premenopausal Japanese women. *Obstetrics & Gynecology*. 2000;95(5):722-5.
46. Gracia-Marco L, Ortega F, Jimenez-Pavon D, Rodriguez G, Castillo M, Vicente-Rodriguez G, et al. Adiposity and bone health in Spanish adolescents. The HELENA study. *Osteoporosis International*. 2012;23(3):937-47.
47. Leonard MB, Shults J, Wilson BA, Tershakovec AM, Zemel BS. Obesity during childhood and adolescence augments bone mass and bone dimensions. *The American journal of clinical nutrition*. 2004;80(2):514-23.
48. Holecki M, Wiecek A. Relationship between body fat mass and bone metabolism. *Pol Arch Med Wewn*. 2010;120(9):361-7.
49. Marwaha RK, Garg M, Bhadra K, Tandon N. Bone mineral content has stronger association with lean mass than fat mass among Indian urban adolescents. *Indian J Endocrinol Metab*. 2015;19:608-15.
50. Hrafnkelsson H, Sigurdsson G, Magnusson KT, Sigurdsson EL, Johannsson E. Fat mass increase in 7-year-old children: more bone area but lower bone mineral density. *Journal of bone and mineral metabolism*. 2013;31(4):442-8.
51. Cobayashi F, Lopes LA, Taddei JA. [Bone mineral density in overweight and obese adolescents]. *J Pediatr (Rio J)*. 2005;81(4):337-42.
52. Reid IR, Ames R, Evans MC, Sharpe S, Gamble G, France JT, et al. Determinants of total body and regional bone mineral density in normal postmenopausal women—a key role for fat mass. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 1992;75(1):45-51.

53. Kouda K, Ohara K, Nakamura H, Fujita Y, Jaalkhorol M, Iki M. Fat mass is positively associated with bone mass acquisition in children with small or normal lean mass: A three-year follow-up study. *Bone*. 2018;107:222-7.
54. Vicente-Rodríguez G, Urzanqui A, Mesana MI, Ortega FB, Ruiz JR, Ezquerro J, et al. Physical fitness effect on bone mass is mediated by the independent association between lean mass and bone mass through adolescence: a cross-sectional study. *Journal of bone and mineral metabolism*. 2008;26(3):288-94.
55. Ubago-Guisado E, Martínez-Rodríguez A, Gallardo L, Sánchez-Sánchez J. Bone mass in girls according to their BMI, VO2 max, hours and years of practice. *European journal of sport science*. 2016;16(8):1176-86.
56. Martínez GR, Blay G, Blay VA, Moreno LA, Bueno M, Group AyVdENdAZS. Association of fat mass with bone mineral content in female adolescents. *Obesity research*. 2002;10(7):715-.
57. Maggio AB, Belli DC, Puigdefabregas JWB, Rizzoli R, Farpour-Lambert NJ, Beghetti M, et al. High bone density in adolescents with obesity is related to fat mass and serum leptin concentrations. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*. 2014;58(6):723-8.
58. Turner RT, Kalra SP, Wong CP, Philbrick KA, Lindenmaier LB, Boghossian S, et al. Peripheral leptin regulates bone formation. *Journal of bone and mineral research*. 2013;28(1):22-34.
59. Golden NH, Abrams SA. Optimizing bone health in children and adolescents. *Pediatrics*. 2014;ped. 2014-173.
60. Mitchell JA, Chesi A, Elci O, McCormack SE, Kalkwarf HJ, Lappe JM, et al. Genetics of bone mass in childhood and adolescence: effects of sex and maturation interactions. *Journal of Bone and Mineral Research*. 2015;30(9):1676-83.
61. Weaver C, Gordon C, Janz K, Kalkwarf H, Lappe J, Lewis R, et al. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. *Osteoporosis International*. 2016;27(4):1281-386.
62. DALZ M, Ćeliwicka E, HUTA-OSIECKA A, NOWAK A. The role of physical activity in bone metabolism and osteoporosis prevention. *Trends in Sport Sciences*. 2016;23(2).
63. Sagge G, Bertelloni S, Baroncelli G. Sex steroids and the acquisition of bone mass. *Hormone Research in Paediatrics*. 1997;48(Suppl. 5):65-71.
64. Ausili E, Rigante D, Salvaggio E, Focarelli B, Rendeli C, Ansuini V, et al. Determinants of bone mineral density, bone mineral content, and body composition in a cohort of healthy children: influence of sex, age, puberty, and physical activity. *Rheumatology international*. 2012;32(9):2737-43.
65. Torres-Costoso A, Gracia-Marco L, Sánchez-López M, Notario-Pacheco B, Arias-Palencia N, Martínez-Vizcaíno V. Physical activity and bone health in schoolchildren: the mediating role of fitness and body fat. *PloS one*. 2015;10(4):e0123797.

66. Lahoz-García N, García-Hermoso A, Milla-Tobarra M, Díez-Fernández A, Soriano-Cano A, Martínez-Vizcaíno V. Cardiorespiratory Fitness as a Mediator of the Influence of Diet on Obesity in Children. *Nutrients*. 2018;10(3):358.
67. Cauley JA. Public health impact of osteoporosis. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*. 2013;68(10):1243-51.
68. Blunt BA, Klauber MR, Barrett-Connor EL, Edelstein SL. Sex differences in bone mineral density in 1653 men and women in the sixth through tenth decades of life: the Rancho Bernardo Study. *J Bone Miner Res*. 1994;9(9):1333-8.
69. Mazess R, Barden H, Ettinger M, Johnston C, Dawson-Hughes B, Baran D, et al. Spine and femur density using dual-photon absorptiometry in US white women. *Bone and mineral*. 1987;2(3):211-9.
70. Riggs B, Wahner H, Seeman E, Offord K, Dunn W, Mazess R, et al. Changes in bone mineral density of the proximal femur and spine with aging: differences between the postmenopausal and senile osteoporosis syndromes. *J CLIN INVEST* 1982;70(4):716.
71. YANO K, WASNICH RD, VOGEL JM, HEILBRUN LK. Bone mineral measurements among middle-aged and elderly Japanese residents in Hawaii. *AM J EPIDEMIOL*. 1984;119(5):751-64.
72. Lim S, Joung H, Shin CS, Lee HK, Kim KS, Shin EK, et al. Body composition changes with age have gender-specific impacts on bone mineral density. *Bone*. 2004;35(3):792-8.
73. Liu CK, Fielding RA. Exercise as an intervention for frailty. *Clinics in geriatric medicine*. 2011;27(1):101-10.
74. Korpelainen R, Keinänen-Kiukaanniemi S, Heikkinen J, Väänänen K, Korpelainen J. Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporosis International*. 2006;17(1):109-18.
75. Zernicke R, MacKay C, Lorincz C. Mechanisms of bone remodeling during weight-bearing exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2006;31(6):655-60.
76. Unies N. World population prospects: the 2008 revision: UN; 2009.
77. Chastin SF, Palarea-Albaladejo J, Dontje ML, Skelton DA. Combined effects of time spent in physical activity, sedentary behaviors and sleep on obesity and cardio-metabolic health markers: a novel compositional data analysis approach. *PloS one*. 2015;10(10):e0139984.
78. Pedišić . Measurement issues and poor adjustments for physical activity and sleep undermine sedentary behaviour research—the focus should shift to the balance between sleep, sedentary behaviour, standing and activity. *Kinesiology*. 2014;46(1):135-46.
79. Melton Iii L, Khosla S, Atkinson E, O'Connor M, O'fallon W, Riggs B. Cross-sectional versus longitudinal evaluation of bone loss in men and women. *Osteoporos Int*. 2000;11(7):592-9.

80. Chiu H-C, Chen C-H, Ho M-L, Liu H-W, Wu S-F, Chang J-K. Longitudinal changes in bone mineral density of healthy elderly men in southern Taiwan. *J Formos Med Assoc.* 2008;107(8):653-8.
81. Rizzoli R, Branco J, Brandi M-L, Boonen S, Bruyère O, Cacoub P, et al. Management of osteoporosis of the oldest old. *Osteoporos Int.* 2014;25(11):2507-29.
82. Ferrucci L, Guralnik JM, Studenski S, Fried LP, Cutler Jr GB, Walston JD, et al. Designing randomized, controlled trials aimed at preventing or delaying functional decline and disability in frail, older persons: a consensus report. 2004;52(4):625-34.
83. Rolland Y, Van Kan GA, Benetos A, Blain H, Bonnefoy M, Chassagne P, et al. Frailty, osteoporosis and hip fracture: causes, consequences and therapeutic perspectives. *The Journal of Nutrition Health and Aging.* 2008;12(5):a319-a30.
84. Chang Y-F, Chang C-S, Wang M-W, Wu C-F, Chen C-Y, Chang H-J, et al. Effects of Age and Body Mass Index on Thoracolumbar Spine X-Ray for Diagnosing Osteoporosis in Elderly Women: Tianliao Old People (TOP) Study 07. *PloS one.* 2016;11(9):e0161773.
85. Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences.* 2001;56(3):M146-M57.
86. del Pozo-Cruz B, Mañas A, Martín-García M, Marín-Puyalto J, García-García FJ, Rodríguez-Mañas L, et al. Frailty is associated with objectively assessed sedentary behaviour patterns in older adults: Evidence from the Toledo Study for Healthy Aging (TSHA). *PloS one.* 2017;12(9):e0183911.
87. Mañas A, del Pozo-Cruz B, García-García FJ, Guadalupe-Grau A, Ara I. Role of objectively measured sedentary behaviour in physical performance, frailty and mortality among older adults: A short systematic review. *European Journal of Sport Science.* 2017:1-14.
88. Lucia A, Ruiz JR, Santalla A, Nogales-Gadea G, Rubio JC, García-Consuegra I, et al. Genotypic and phenotypic features of McArdle disease: insights from the Spanish national registry. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2012;83(3):322-8.
89. Santalla A, Munguía-Izquierdo D, Brea-Alejo L, Pagola-Aldazábal I, Díez-Bermejo J, Fleck SJ, et al. Feasibility of resistance training in adult McArdle patients: clinical outcomes and muscle strength and mass benefits. *Frontiers in aging neuroscience.* 2014;6:334.
90. Di Mauro S. Muscle glycogenoses: an overview. *Acta Myologica.* 2007;26(1):35.
91. Lucia A, Quinlivan R, Wakelin A, Martín MA, Andreu AL. The 'McArdle paradox': exercise is a good advice for the exercise intolerant. *BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine;* 2012.

92. Vissing J, Haller RG. A diagnostic cycle test for McArdle's disease. *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*. 2003;54(4):539-42.
93. Braakhekke J, De Bruin M, Stegeman D, Wevers R, Binkhorst R, Joosten E. The second wind phenomenon in McArdle's disease. *Brain*. 1986;109(6):1087-101.
94. Santalla A, Nogales-Gadea G, Ørtenblad N, Brull A, de Luna N, Pinós T, et al. McArdle disease: a unique study model in sports medicine. *Sports medicine*. 2014;44(11):1531-44.
95. Nogales-Gadea G, Santalla A, Ballester-Lopez A, Arenas J, Martín MÁ, Godfrey R, et al. Exercise and preexercise nutrition as treatment for McArdle disease. *Med Sci Sports Exerc*. 2016;48(4):673-9.
96. Qin W, Bauman WA, Cardozo C. Bone and muscle loss after spinal cord injury: organ interactions. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2010;1211(1):66-84.
97. Chantraine A, Nussgens B, Lapiere CM. Bone remodeling during the development of osteoporosis in paraplegia. *Calcified tissue international*. 1986;38(6):323-7.
98. Pietschmann P, Pils P, Woloszczuk W, Maerk R, Lessan D, Stipicic J. Increased serum osteocalcin levels in patients with paraplegia. *Paraplegia*. 1992;30(3):204-9.
99. Roberts D, Lee W, Cuneo RC, Wittmann J, Ward G, Flatman R, et al. Longitudinal study of bone turnover after acute spinal cord injury. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 1998;83(2):415-22.
100. Giangregorio LM, Craven B, Webber CE. Musculoskeletal changes in women with spinal cord injury: a twin study. *Journal of Clinical Densitometry*. 2005;8(3):347-51.
101. Jiang S-D, Dai L-Y, Jiang L-S. Osteoporosis after spinal cord injury. *Osteoporosis International*. 2006;17(2):180-92.
102. Eser P, Frotzler A, Zehnder Y, Wick L, Knecht H, Denoth J, et al. Relationship between the duration of paralysis and bone structure: a pQCT study of spinal cord injured individuals. *Bone*. 2004;34(5):869-80.
103. Galea M. Spinal cord injury and physical activity: preservation of the body. *Spinal Cord*. 2012;50(5):344.
104. Jacobs PL, Nash MS, Rusinowski JW. Circuit training provides cardio-respiratory and strength benefits in persons with paraplegia. *Medicine and science in sports and exercise*. 2001;33(5):711-7.
105. Hicks A, Martin K, Ditor D, Latimer A, Craven C, Bugaresti J, et al. Long-term exercise training in persons with spinal cord injury: effects on strength, arm ergometry performance and psychological well-being. *Spinal cord*. 2003;41(1):34.
106. WHO. Global recommendations on Physical Activity for health: World Health Organization; 2010.

107. Brown WJ, Bauman AE. Comparison of estimates of population levels of physical activity using two measures. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*. 2000;24(5):520-5.
108. Munguía-Izquierdo D, Santalla A, Lucia A. Cardiorespiratory fitness, physical activity, and quality of life in patients with McArdle disease. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2015;47(4):799-808.
109. Colley R, Connor Gorber S, Tremblay MS. Quality control and data reduction procedures for accelerometry-derived measures of physical activity. *Health Rep*. 2010;21(1):63-9.
110. Mañas A, del Pozo-Cruz B, Guadalupe-Grau A, Marín-Puyalto J, Alfaro-Acha A, Rodríguez-Mañas L, et al. Reallocating Accelerometer-Assessed Sedentary Time to Light or Moderate-to Vigorous-Intensity Physical Activity Reduces Frailty Levels in Older Adults: An Isotemporal Substitution Approach in the TSHA Study. *J Am Med Dir Assoc*. 2017.
111. Aguilar-Farías N, Brown WJ, Peeters GG. ActiGraph GT3X+ cut-points for identifying sedentary behaviour in older adults in free-living environments. *J Sci Med Sport* 2014;17(3):293-9.
112. Santos-Lozano A, Santin-Medeiros F, Cardon G, Torres-Luque G, Bailon R, Bergmeir C, et al. Actigraph GT3X: validation and determination of physical activity intensity cut points. *Int J Sports Med*. 2013;34(11):975-82.

RESUMEN TESIS DOCTORAL
DRA. D^a SARA FERNÁNDEZ LÓPEZ

**FACTORES IMPULSORES DE LA INNOVACIÓN Y LA ECO-INNOVACIÓN:
EL PAPEL DE LAS FUSIONES Y ADQUISICIONES Y LAS
ESTRATEGIAS DE INNOVACIÓN ABIERTA**

*DRIVERS OF INNOVATION AND ECO-INNOVATION: THE ROLE OF MERGERS AND
ACQUISITIONS AND OPEN INNOVATION STRATEGIES*

Directora: Dra. Ángela Triguero Cano, Facultad de Ciencias Económicas y
Empresariales, Universidad de Castilla La Mancha

1. INTRODUCCIÓN

En un mundo cada vez más globalizado, la expansión del comercio internacional, el crecimiento de las transacciones económicas entre empresas de países diferentes, la integración de los mercados financieros y el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) ha dado lugar a un aumento del nivel de competencia en los mercados. Este contexto favorece el uso de estrategias de innovación por parte de las empresas para reducir los costes de producción, ser más eficientes, incrementar las ventas o entrar en nuevos mercados. Sin embargo, las empresas usan diferentes estrategias empresariales para competir.

Concretamente, esta tesis se centra en dos estrategias que las empresas pueden llevar a cabo para mejorar sus resultados de innovación: las fusiones y adquisiciones, y las estrategias de innovación abierta. En primer lugar, se analizan los efectos de las fusiones y adquisiciones en la intensidad de investigación y desarrollo (I+D) y el nivel de beneficio en grandes empresas europeas utilizando una base de datos longitudinal con información de las 1.000 empresas que más gastan en I+D en Europa y las fusiones y adquisiciones aprobadas por la Comisión Europea en el periodo 2004-2012. El análisis muestra que dichas fusiones han influido de forma positiva tanto en la intensidad en el gasto en I+D como en la rentabilidad de las principales empresas de la Unión Europea.

La segunda estrategia analizada es la innovación abierta, la cual ha atraído la atención tanto de investigadores como de empresas u organizaciones gubernamentales desde el estudio de Chesbrough (2003a). Esta estrategia consiste en que las empresas pueden utilizar conocimiento cuyo origen está en fuentes externas a ellas mismas o transferir ideas propias a terceros (inbound/outbound), generando redes de colaboración e intercambio de conocimiento útil para innovar que involucran a diferentes socios: gobierno, industria, universidades y ciudadanos. En concreto, esta tesis analiza la influencia del uso de estrategias de innovación abierta en dos tipos de innovación: la innovación general (medida a través de las innovaciones de producto y proceso) y la innovación respetuosa con el medio ambiente (eco-innovación).

En el segundo estudio, se analiza la influencia de dos posibles canales de transmisión de conocimiento en los procesos de innovación abierta: las fuentes de conocimiento externas (intencionales) y los *spillovers* de conocimiento (no intencionales). Los resultados obtenidos muestran que el uso de una mayor variedad de fuentes de conocimiento externas influye positivamente tanto en la innovación de producto como de proceso, y, especialmente, la colaboración con universidades, proveedores y asesores externos de I+D. Sin embargo, los *spillovers* de conocimiento relacionados con la similitud tecnológica y proximidad geográfica solo van a afectar positivamente a la innovación de producto. En el tercer estudio, se analiza la influencia de la estrategia de innovación abierta en la adopción de innovaciones respetuosas con el medio ambiente. En particular, se estudia cómo influyen diversas estrategias de innovación abierta en la eficiencia en el uso de materiales, la eficiencia energética y la responsabilidad medioambiental de las empresas agroalimentarias españolas en el periodo 2008-2014, teniendo en cuenta el tipo de innovación (producto vs. proceso) y el grado de novedad de dicha innovación (radical vs. incremental). Los principales resultados obtenidos muestran que la variedad de fuentes de conocimiento externas influye en las eco-innovaciones de proceso, producto e incrementales relacionadas con un uso más eficiente de los materiales y la energía (eco-innovación).

Por tanto, esta tesis concluye que ambas estrategias (fusiones y adquisiciones e innovación abierta) permiten que las empresas mejoren sus resultados de innovación, teniendo en cuenta el sector y el contexto competitivo en el que operan. Por un lado, las fusiones y adquisiciones incrementan la intensidad de I+D y la rentabilidad de las empresas europeas de gran tamaño, pese a que se comprueba que el efecto positivo sobre la rentabilidad no es instantáneo. Por otro lado, el uso de algunas estrategias de innovación abierta (colaboración con universidades, proveedores y asesores de I+D) influye positivamente en la innovación de producto y proceso de las empresas manufactureras españolas. Por último, también se comprueba que en el estudio del fenómeno de la innovación es necesario tener en cuenta la similitud tecnológica y la proximidad geográfica debido a la existencia de *spillovers* de conocimiento. Finalmente, las

prácticas de innovación abierta también influyen positivamente en la probabilidad de adoptar eco-innovaciones de proceso, producto e incrementales en un sector tradicionalmente considerado de baja tecnología como es el de la Alimentación y Bebidas en España.

Este resumen se estructura de la siguiente manera: en la sección 2 se expone la revisión de la literatura así como los objetivos principales de investigación; en la sección 3 se presenta un resumen del primer estudio que forma parte de esta tesis doctoral y que hace referencia a las fusiones y adquisiciones como estrategia para innovar; en la sección 4 se detallan los principales resultados del estudio en el que se muestra la influencia de la innovación abierta y los *spillovers* de conocimiento en el resultado innovador de la empresa; el estudio donde se analiza la influencia de la estrategia de innovación abierta en la adopción de innovaciones respetuosas con el medio ambiente es resumido en la sección 5; finalmente, la sección 6 recoge las principales conclusiones.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA

El avance de la globalización en la economía mundial acaecido en los últimos 50 años exige estudiar el comportamiento de los mercados y las empresas en un contexto de mayor competencia y competitividad. Esta globalización claramente se refleja en una mayor expansión de los flujos de comercio internacional, el aumento de las operaciones entre empresas de distintos países, la integración de los mercados financieros y el desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación. Este imparable proceso ligado al aumento del nivel de competencia de los mercados, obliga a las empresas a apostar por la innovación para reducir los costes de producción, establecer estructuras de producción más eficientes o abrir nuevos mercados ofreciendo productos nuevos y, de ese modo, aumentar su competitividad. Asimismo, la mayor apertura económica explica el crecimiento de los flujos de comercio internacional, la inversión directa en el extranjero y las fusiones y adquisiciones transnacionales en todos los sectores económicos (energético, manufacturero, servicios financieros, etc.).

Por tanto, en este contexto globalizado, en el que la innovación es un requisito necesario, tanto para conseguir una escala eficiente de producción (independientemente del tamaño de la empresa) como para alcanzar una mayor competitividad, es en el que algunas empresas deciden apostar por procesos de integración y fusionarse con otras empresas o ser adquiridas por otras.

Según la literatura económica, los efectos de las fusiones y adquisiciones en el grado de innovación dependen de las similitudes o diferencias de los conocimientos tecnológicos (base tecnológica o recursos y capacidades tecnológicas)

de las empresas que participan en dicho proceso. Makri et al. (2010) y Veugelers (2012) destacan que cuando se produce una fusión o una adquisición de otras empresas que presentan tecnologías o conocimientos similares, la integración de sus actividades de I+D se realiza en un plazo más breve que en fusiones de empresas con tecnología no relacionada. Asimismo, dicha similitud tecnológica explica que tanto las innovaciones como la productividad de las mismas aumenten como consecuencia de la fusión. En suma, la complementariedad tecnológica como resultado de las fusiones y adquisiciones hace más eficientes a las empresas en términos de I+D (Ahuja y Katila, 2001; Cassiman et al., 2005; Makri et al., 2010).

Tras la fusión, las empresas tratan de reasignar recursos para conseguir estar presentes en un mayor número de campos tecnológicos y desarrollar nuevos productos basándose en la incorporación de las competencias y capacidades de la empresa adquirida. De esta forma, las fusiones y adquisiciones permiten a la empresa diversificarse tecnológicamente. En esta misma dirección, Makri et al. (2010) señalan que la complementariedad de las actividades de I+D entre las empresas participantes en el proceso de fusión y adquisición consigue una mayor calidad y novedad de las innovaciones posteriores al proceso de fusión.

Además de la “proximidad” tecnológica, características como el tamaño de la empresa, la gestión óptima de la I+D o el grado de apertura en los procesos de innovación también son claves para analizar los efectos de las fusiones y adquisiciones en la innovación (Ahuja y Katila, 2001; Cassiman et al., 2005; Makri et al., 2010). A la luz del análisis anterior, se puede afirmar que la capacidad innovadora de la empresa no solo exige aumentar la I+D o conseguir un determinado tamaño de empresa mediante una fusión o adquisición, sino también seguir un patrón de innovación abierta para captar o transferir nuevos conocimientos. Durante el siglo anterior, muchos fueron los académicos que se aproximaron a la definición del concepto de innovación abierta. Al respecto, en los años 70, los investigadores especializados en el campo de la innovación ya eran conscientes de que gran parte de las ideas innovadoras tenían su origen fuera de la empresa. De igual modo, también en los años 80 y los 90, gran parte de la investigación se centró en la necesidad de rentabilizar el esfuerzo innovador por parte de las empresas, lo que unido a la emergencia de las tecnologías de la información y la comunicación hizo que los estudiosos del tema fueran conscientes de que estaba cambiando el “modo de hacer” innovación (West et al., 2014). Sin embargo, no fue hasta principios de este siglo cuando Chesbrough (2003a) dio la primera definición de innovación abierta. Según este autor:

“Open innovation means that valuable ideas can come from inside or outside the company and can go to the market from inside or outside the company as well. This approach places external ideas and external paths to market on the same level of importance as that reserved for internal ideas and paths...” (Chesbrough, 2003a: p. 43).

Las empresas tienen la posibilidad de comercializar y ceder a terceros las ideas generadas dentro de sus propios límites, y, a su vez que, ideas generadas por terceros pueden ser adquiridas y utilizadas por ellas (Chesbrough, 2003b). Dicho flujo de entradas y salidas de conocimientos permite que todos los participantes en dicha transferencia de ideas salgan beneficiados (Martínez, 2014). Esta idea de transmisión de conocimientos -tanto de fuera hacia dentro como *viceversa*- es incluida en una segunda definición dada por el mismo autor unos años después:

“Open Innovation is the use of purposive inflows and out-flows of knowledge to accelerate internal innovation, and expand the markets for external use of innovation, respectively” (Chesbrough, 2006: p. 1).

Siguiendo esa definición, Chesbrough y Crowther (2006) realizan una primera división conceptual de innovación abierta distinguiendo entre *inbound* y *outbound*. Estos autores definen la innovación abierta *inbound* como la capacidad de aprovechar los descubrimientos de otros, ya que las empresas no deben centrarse solamente en la innovación que diseñan y realizan dentro de la propia empresa. Por otro lado, señalan la innovación abierta *outbound* como una alternativa que también debe considerar la empresa puesto que ésta puede transferir o comercializar las innovaciones propias, es decir, transferir conocimientos a terceros agentes para que estos innoven de manera más exitosa. Años más tarde, Dahlander y Gann (2010) definen la innovación abierta *inbound* como la adquisición de conocimientos del exterior y la *outbound* como la venta de ideas y recursos tecnológicos en el mercado. En suma, entendemos innovación abierta *inbound* como un flujo de conocimientos y tecnologías de fuera de la empresa hacia dentro e innovación abierta *outbound* de dentro hacia fuera de la empresa. Por tanto, las opciones que tienen las empresas a la hora de realizar innovación abierta son tres: realizar *inbound*, *outbound* o una combinación de ambas.

En la línea de lo anterior, para que se pueda alcanzar la combinación óptima de los flujos internos y externos de conocimiento entre las distintas organizaciones involucradas tiene que haber un alto grado de apertura en el proceso de innovación. Laursen y Salter (2006) definen dicha apertura teniendo en cuenta las distintas fuentes externas de conocimiento que la empresa utiliza en sus actividades de innovación. Además, realizan una distinción entre la amplitud y la intensidad de dicha apertura, definiendo la amplitud como el número de fuentes externas o canales de investigación que utilizan las empresas (*breadth*) y la intensidad de la innovación abierta como la frecuencia y la intensidad de uso de esas fuentes externas (*depth*). Según estos autores, el nivel de amplitud e intensidad de la apertura en los procesos de innovación es mayor en industrias con altos niveles de I+D y esfuerzo innovador. De este modo, Grimaldi et al. (2013) entienden que dicha apertura es un proceso gradual que muestra distintos patrones de innovación (*close to open innovators*), mientras que Dahlander y

Gann (2010) establecen distintos tipos de apertura atendiendo a la dirección de los flujos de conocimiento y su repercusión monetaria: revelación de conocimientos por parte de la empresa al exterior (*outbound innovation - non pecuniary*), venta de tecnologías y licencias al exterior (*outbound innovation - pecuniary*), uso de fuentes externas de conocimiento por parte de la empresa (*inbound innovation - non pecuniary*) y adquisición de conocimiento o inputs de innovación a través del mercado (*inbound innovation - pecuniary*).

Ante el desarrollo de este concepto, han sido muchos los estudios que se han centrado en la importancia de la necesaria complementariedad de las diferentes fuentes de información en los procesos de innovación (Arora y Gambardella, 1990; Cassiman y Veugelers, 2006). De hecho, la evidencia empírica muestra que el uso de diferentes estrategias de innovación permite mejorar los resultados de innovación (Chesbrough, 2003b; Laursen y Salter, 2006; Lichtenthaler y Lichtenthaler, 2009; Rigby y Zook, 2002). Por tanto, las empresas pueden beneficiarse del uso de una gran variedad de fuentes de información que son externas a la empresa, enriqueciendo su propia base de conocimiento a través de la colaboración tecnológica con distintos socios y/o fuentes.

Pero no solo los académicos han destacado la importancia de la innovación abierta. En este sentido, la Comisión Europea ha implementado diversas acciones para promover la apertura de los procesos de innovación dentro de la iniciativa Horizonte 2020. Con dichas medidas se pretende fomentar la innovación creando redes de colaboración e involucrando a diferentes actores: gobierno, industria, universidad y ciudadanos. Como señaló Barroso, antiguo Presidente de la Comisión Europea: “*By working together, Open Innovation can unleash Europe’s creativity in providing new, user-driven products and services*”.

Otro de los objetivos que une academia con intereses económicos y políticos es la preocupación por el impacto medioambiental de las actividades humanas. La globalización no solo ha generado una expansión comercial, crecimiento y ganancias de productividad. Dicho fenómeno ha tenido un claro impacto negativo en el medioambiente y pone en peligro la sostenibilidad. Por ello, son cada vez más los agentes económicos que consideran que la responsabilidad medioambiental es una prioridad. En este sentido, son muchos los consumidores que están dispuestos a pagar un precio mayor por productos o servicios producidos de una manera más respetuosa con el medio ambiente. Además, los inversores reconocen que la sostenibilidad se ha vuelto clave para mejorar los resultados financieros a nivel de empresa (McDonagh y Prothero, 2014), ya que la preocupación medioambiental en el mundo empresarial es impulsada por la posibilidad de que genere ventajas competitivas (Díaz-García et al., 2015). Si a esto unimos esa necesidad de innovar para ser más eficientes, las empresas apostarán por el desarrollo de nuevos productos o procesos respetuosos con el medioambiente que es lo que se conoce como “eco-innovación”:

“The production, assimilation or exploitation of a product, production process, service or management or business method that is novel to the organisation (developing or adopting it) and which results, throughout its life cycle, in a reduction of environmental risk, pollution and other negative impacts of resources use (including energy use) compared to relevant alternatives” (Kemp y Pearson, 2007: p.8).

Una gran parte de la literatura sobre eco-innovación se ha centrado en aquellos factores que explican que las empresas eco-innoven (Horbach, 2008; Lanoie et al., 2011; Triguero et al., 2013b). En este sentido, hay que destacar que las innovaciones que reducen el impacto negativo en el medioambiente pueden ser motivadas por factores distintos a los que llevan a las empresas a realizar otro tipo de innovaciones. De acuerdo con esto, Cuerva et al. (2014) encuentran que los factores *technology push* (I+D, capital humano, restricciones financieras y sistemas de gestión de la calidad), *market pull* (responsabilidad social corporativa, etiquetas de origen en los productos, cambios en la demanda del mercado y diferenciación de producto) y *regulatory push-pull* (existencia de subsidios a la I+D) influyen de manera diferente en las eco-innovaciones que en las innovaciones no medioambientales.

Pese a que en el ámbito de la eco-innovación la mayoría de estudios se han realizado en sectores de contenido tecnológico elevado, existen algunos estudios que llaman la atención respecto a la importancia de este fenómeno en sectores más tradicionales (Blasi et al., 2014; Cuerva et al., 2014; Bossle et al., 2016). Precisamente, si la globalización ha incrementado la competencia, todos los sectores, independientemente de su contenido tecnológico, necesitan introducir innovaciones (Von Tunzelmann and Acha, 2005; Robertson et al., 2012). En este sentido, se ha destacado la importancia de realizar estudios sobre eco-innovación que tengan en cuenta las particularidades de cada sector (Hirsch-Kreinsen et al., 2006) y de las empresas involucradas (Triguero et al., 2016). El olvido por parte de la literatura relacionada con economía de la innovación de la importancia del sector, ha hecho obviar la elevada heterogeneidad empresarial dentro de cada industria y la importancia de los patrones sectoriales de innovación (Malerba, 2007). En este mismo sentido, la importancia que cada empresa otorga a la necesidad de apostar por un proceso de innovación respetuoso con el medio ambiente varía enormemente entre empresas (Triguero et al., 2016). Sin embargo, como demuestran algunos estudios, la eco-innovación es de vital importancia en sectores como el agroalimentario, ya que tiene una relación muy directa con el uso de los recursos naturales (materias primas, energía y agua) necesitando procesos de producción más eficientes y limpios o una mejor gestión de recursos y residuos (Cuerva et al., 2014). De igual modo, la creciente preocupación de los consumidores por los efectos de los plaguicidas o los productos genéticamente modificados en la salud, en la seguridad alimentaria y en el medio ambiente (Hughner et al., 2007) justifican también el

interés por la eco-innovación. En la misma dirección, se ha comprobado que pese al menor peso relativo de la I+D en sectores de baja tecnología respecto a otras industrias manufactureras, la innovación es clave para la competitividad de las empresas de agroalimentación (Trippel, 2010). Asimismo, la persistencia en la innovación de proceso, las innovaciones de tipo incremental o ligadas a la tecnología incorporada que le suministran sus proveedores son claves para identificar el patrón de funcionamiento de la industria agroalimentaria española (Triguero et al, 2013a).

Precisamente, uno de los sectores de baja tecnología más importante en España y Europa es el agroalimentario. Las industrias agroalimentarias europea y española son líderes a nivel mundial. Según datos del Informe Anual de la Industria Alimentaria Española para el periodo 2015-2016 (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2017), la industria agroalimentaria es el primer sector industrial en España. Con 98.163,4 millones de euros en facturación y 527.400 empleos, supone el 15,5% del valor añadido bruto de la producción industrial, ocupando el quinto puesto en Europa. Con aproximadamente 29.000 empresas, de las que el 96,3% tienen menos de 50 empleados, este sector se puede considerar clave para la competitividad presente y futura de la economía española.

2.2 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

Partiendo de la revisión de la literatura económica presentada con anterioridad, el marco teórico utilizado pretende analizar diferentes estrategias que permiten a las empresas mejorar sus resultados de innovación o de eco-innovación, con especial atención a las fusiones y adquisiciones y las estrategias de innovación abierta. De este modo, y atendiendo a los tres estudios que son el núcleo principal de esta tesis doctoral, los principales objetivos de la investigación vienen representados en la Figura 1.1.

En primer lugar, se pretende delimitar la importancia que tienen las fusiones y adquisiciones en las que participan grandes empresas de la Unión Europea, así como su evolución en los últimos años. Asimismo, se intenta analizar cuáles son los efectos que estas fusiones y adquisiciones empresariales tienen sobre la intensidad de I+D (input del proceso de innovación) y la rentabilidad de dichas empresas tras dicha fusión, teniendo en cuenta la relación recíproca que puede haber entre ambas variables (gasto en I+D y nivel de beneficio). A su vez, dicho análisis persigue tener un mayor conocimiento respecto al acierto en la actuación del organismo europeo regulador en materia de competencia (*EC Merger Control Authority*) puesto que en el análisis se incluyen las fusiones y adquisiciones que han sido autorizadas por dicha institución durante el periodo 2004-2012.

En segundo lugar, y en relación a las estrategias de innovación abierta, se pretende analizar la influencia de los flujos de conocimiento tanto voluntarios como involuntarios, es decir, de las fuentes externas de conocimiento (*open*

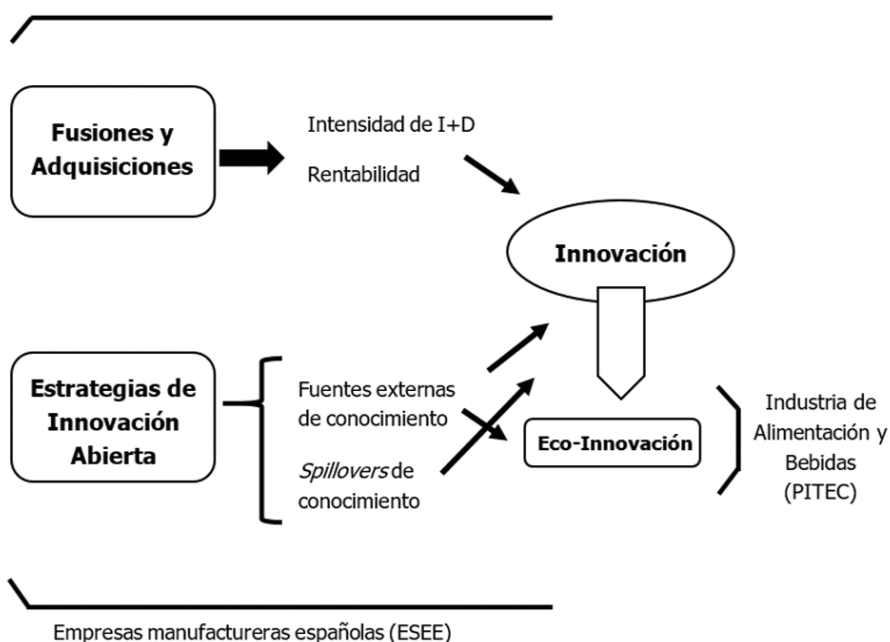


Figura 1.1 Esquema de investigación. Fuente: Elaboración propia.

innovation) y de las denominadas sinergias tecnológicas (*knowledge spillovers*). Dado que no existía evidencia empírica respecto a la influencia conjunta de estos dos tipos de conocimiento en el comportamiento innovador de la empresa, el principal objeto de estudio es analizar la influencia de ambos tipos de conocimiento en la probabilidad de innovar. De forma similar a Laursen y Salter (2006), se analiza la influencia de la amplitud del número de estrategias de innovación abierta usadas por la empresa (*breadth of open innovation*), así como de la capacidad de absorción tecnológica en la innovación de producto y la innovación de proceso teniendo en cuenta la heterogeneidad individual a nivel de empresa. Además, como novedad, se tiene en cuenta la influencia de diferentes *spillovers* de conocimiento atendiendo a la proximidad tanto geográfica como cognitiva.

En último lugar, la tesis se centra en el estudio de la influencia de las estrategias de innovación abierta en la adopción de eco-innovaciones en el sector de Alimentación y Bebidas, diferenciando no sólo entre empresas que realizan eco-innovación de producto y de proceso, sino también entre eco-innovadores incrementales y radicales. Para ello, se propone también una taxonomía particular de tipos de eco-innovación que tiene en cuenta el objetivo que las empresas persiguen con esta práctica. Así, se distinguen empresas agroalimentarias que

eco-innovan para mejorar la eficiencia en el uso de materiales (*material-efficiency*), otras que lo hacen para aumentar la eficiencia energética (*energy-efficiency*) y, otras que también señalan la responsabilidad medioambiental (*environment-responsiveness*). Dicho análisis pretende tener un mayor conocimiento sobre el dinamismo de los procesos de innovación abierta en el sector agroalimentario, con especial atención a la innovación responsable con los recursos naturales y el medio ambiente.

3. ESTUDIO 1: M&A EFFECTS ON INNOVATION AND PROFITABILITY IN LARGE EUROPEAN FIRMS (EFECTOS DE LAS FUSIONES Y ADQUISICIONES EN LA INNOVACIÓN Y LA RENTABILIDAD DE LAS GRANDES EMPRESAS EUROPEAS)

3.1 INTRODUCCIÓN

La creciente competencia dentro del Mercado Único Europeo, así como las fuerzas de la globalización han incentivado que las empresas unan sus recursos a través de fusiones y adquisiciones. Desde la primera regulación sobre fusiones en 1989, la Comisión Europea ha hecho una contribución importante al mercado europeo proveyendo un conjunto de normas sobre las concentraciones con el fin de asegurar la protección del consumidor. Sin embargo, la Comisión Europea ha reconocido que “merger review can foster innovation, as competition leads to better market outcomes. It does so not only by lowering prices or increasing output, but also by improving product quality, variety, and innovation” (Comisión Europea, 2014, p. 6).

Existe una gran cantidad de literatura empírica que estudia la relación entre fusiones y adquisiciones e innovación (o cambio tecnológico). Sin embargo, la evidencia empírica sobre los efectos de las fusiones y adquisiciones en la I+D todavía no es concluyente. De hecho, algunos estudios encuentran un efecto positivo de la I+D en las actividades de innovación para las empresas que se han fusionado (Ahuja y Katila, 2001; Cassiman et al., 2005; Cloudt et al., 2006; Cefis y Marsili, 2015), mientras que otros muestran un impacto negativo de las fusiones en la innovación una vez que ha tenido lugar la fusión (Blonigen y Taylor, 2000; Harrison et al., 1991; Szücs, 2014). También han sido analizadas las similitudes tecnológicas, la complementariedad de los recursos y la creación de valor (Colombo y Rabbiosi, 2014; Grimpe y Hussinger, 2014). Sin embargo, son pocos los estudios que examinan de manera conjunta los efectos de las fusiones y adquisiciones en la innovación y la rentabilidad.

Este estudio contribuye al análisis de los efectos de las fusiones y adquisiciones en la innovación y rentabilidad de las empresas, teniendo en cuenta la importancia de la heterogeneidad inobservada en un contexto dinámico.

3.2 BASE DE DATOS Y METODOLOGÍA

Una de las bases de datos empleadas en este artículo es la EU Industrial R&D Investment Scoreboard que recoge información anual sobre las empresas que mayor gasto dedican a investigación y desarrollo (I+D) en la Unión Europea y en otros países del resto del mundo. Esta base es uno de los principales resultados del proyecto Economics of Industrial Research & Innovation (IRI) llevado a cabo dentro del Directorate B: Growth and Innovation del Joint Research Centre de la Comisión Europea.

Los datos que recoge esta base son obtenidos de las Memorias Anuales de dichas empresas y están disponibles desde el año 2004 hasta la actualidad. Como es lógico al tratarse de empresas grandes, sus cuentas anuales están publicadas. En dichas Memorias aparece la cifra que corresponde a los gastos dedicados a la I+D. Asimismo, esta base de datos recoge información sobre el volumen de ventas, el número de empleados, la ratio de beneficio, el ratio de capitalización y el porcentaje que suponen los gastos de capital sobre las ventas netas para cada empresa. También en esta base de datos se señala la actividad o sector principal en el que opera dicha empresa y el país de origen o en el que tiene su sede la misma. Esta información es dividida en dos secciones, una, donde se encuentran los mayores inversores de I+D europeos y, otra, donde se muestra el ranking a nivel mundial. En la actualidad, el ranking europeo consta de 1.000 empresas mientras que el mundial recoge datos para 2.500.

Desde la creación de esta base de datos como uno de los resultados de un proyecto europeo de investigación, los expertos de la Comisión Europea utilizan la misma para conocer el patrón innovador que siguen las grandes empresas que operan en distintos sectores dentro de la Unión Europea y también para comparar la dinámica de las mismas respecto a la que muestran otras empresas del mismo tamaño que operan en otras zonas geográficas del mundo. Además, la disponibilidad de la misma ha permitido a este organismo recoger evidencias para justificar la importancia que tiene la inversión en I+D para aumentar y mantener la competitividad de las empresas europeas, fomentar que otras empresas cedan su información sobre este tipo de operaciones para el análisis en conjunto y concienciar a la sociedad europea de la necesidad de invertir recursos para innovar.

A esta base de datos se ha unido la información ofrecida por la Comisión Europea sobre las notificaciones de fusiones y adquisiciones. Esto ha exigido hacer distintas búsquedas individualizadas por sector, año y tipo de fusión para conocer la lista de empresas que habían pedido autorización a la Comisión para fusionarse con otra u otras y habían conseguido el visto bueno de la autoridad reguladora, así como si se habían aprobado en la Fase I o II. Una vez obtenida dicha información hubo que fusionar dicha información con el panel de datos construido con distintas EU Industrial R&D Investment Scoreboard. Dichas búsquedas en la página de la Dirección General de la Competencia de la Comisión Europea han permitido incorporar esta información al panel IRI y

saber si las empresas habían sufrido una fusión o adquisición durante el periodo considerado y en qué año concreto tuvo lugar la misma.

Respecto a la metodología empleada, se utiliza un modelo de efectos fijos para datos de panel tras comprobar que es la opción más apropiada. Esta elección se basa en el resultado del test de Hausman (1978), el cual es utilizado para comprobar si los estimadores de dos modelos son consistentes. En este estudio el test de Hausman es rechazado, es decir, el efecto inobservado está correlacionado con las variables explicativas, y, por tanto, el modelo más apropiado es el de efectos fijos, siendo el que se utiliza en la versión final del estudio pese a haber realizado previamente otro tipo de estimaciones.

Además, para examinar en más detalle la relación entre fusiones y adquisiciones, innovación y rentabilidad, también se analiza un caso de estudio mostrando como una fusión ayuda a desarrollar la organización de la estrategia de I+D y su influencia en la innovación y la rentabilidad. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los resultados de los casos de estudio no pueden ser generalizados; más bien tienen por objeto reforzar los resultados empíricos del análisis cuantitativo (Johnston et al, 1999). El caso de estudio utilizado se corresponde con una fusión en el sector europeo del equipamiento eléctrico y electrónico entre Schneider Electric e Invensys.

3.3 RESULTADOS

Este estudio se centra en los efectos de las fusiones y adquisiciones en la innovación y en la rentabilidad de las grandes empresas europeas. El análisis de una muestra de 562 fusiones o adquisiciones autorizadas por la Comisión Europea muestra que las fusiones influyen positivamente en la intensidad de I+D y la rentabilidad de las principales empresas de la Unión Europea en el periodo 2004-2012.

Además, la evidencia empírica muestra que el tiempo y la magnitud de esos efectos difieren. En particular, el efecto positivo de las fusiones en la intensidad de I+D es encontrado a corto y largo plazo mientras que su influencia en la rentabilidad solo aparece a largo plazo.

Respecto a los resultados del caso de estudio, se observa como después de la adquisición se produce un incremento del gasto en I+D durante el primer año y esta tendencia continúa en los años siguientes. Por tanto, en términos de intensidad de I+D, parece que el efecto positivo de la I+D va aumentando en el tiempo después de la fusión. Respecto a la rentabilidad, también se encuentra un aumento de la rentabilidad varios años después de la fusión.

Por tanto, los resultados enfatizan que el diseño de las políticas sobre fusiones debe considerar los efectos de la creación de conocimiento de la innovación y la rentabilidad. Además, la influencia positiva de las fusiones y adquisiciones en la innovación y la rentabilidad se debe de tener en cuenta para mejorar la competitividad de las grandes empresas europeas.

4. ESTUDIO 2: DETERMINING THE EFFECTS OF OPEN INNOVATION: THE ROLE OF KNOWLEDGE AND GEOGRAPHICAL SPILLOVERS (ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA INNOVACIÓN ABIERTA: EL PAPEL DE LOS *SPILLOVERS* DE CONOCIMIENTO Y GEOGRÁFICOS).

4.1. INTRODUCCIÓN

La innovación abierta ha sido un paradigma prometedor desde la publicación de Chesbrough (2003a). Desde el comienzo del siglo XXI, la literatura ha estudiado las ganancias implícitas de los procesos de innovación abierta, mostrando como cambian la adquisición de las capacidades tecnológicas de las empresas (Laursen y Salter, 2004, 2006). Por tanto, el uso de las estrategias de innovación abierta expande los límites de la empresa a través de diferentes relaciones con agentes externos para combinar de la manera más óptima el conocimiento externo e interno. En este sentido, una gran cantidad de literatura empírica ha mostrado que las empresas se benefician del conocimiento externo de la colaboración tecnológica con universidades, de las asociaciones empresariales de I+D o los consorcios de investigación con los competidores.

Aunque existe una amplia literatura sobre el concepto de innovación abierta y sus dinámicas, la influencia de la relación entre la apertura en la adquisición de conocimientos y los *spillovers* de conocimiento en la innovación ha recibido poca atención. Este estudio señala que las dos caras de la apertura afectan al resultado innovador: las fuentes de conocimiento externas (voluntarias) y los *spillovers* de conocimiento (involuntarios). Partiendo de este supuesto, este análisis contribuye a la literatura relacionada abordando las siguientes cuestiones: primero, ¿cómo influyen las fuentes de conocimiento externas y los *spillovers* en la innovación?; y segundo, si la relación entre flujos de conocimientos voluntarios e involuntarios determinan el comportamiento innovador de la empresa.

4.2 BASE DE DATOS Y METODOLOGÍA

La base de datos utilizada en este segundo estudio es la Encuesta Sobre Estrategias Empresariales (ESEE) que se realiza anualmente desde el año 1990 hasta la actualidad por la Fundación SEPI (en colaboración con el entonces Ministerio de Industria, Comercio y Turismo y, actualmente, con el Ministerio de Hacienda). Esta encuesta de panel va dirigida a empresas manufactureras cuya sede se encuentra en España y consigue recoger información de aproximadamente 1.800 empresas por año. Además, permite distinguir entre grandes empresas (con al menos 200 empleados) y PYMEs (entre 10 y 200 empleados).

La ESEE presenta una información muy diversa y valiosa acerca de las distintas estrategias que las empresas siguen en un entorno cada vez más global y competitivo. Además, para completar dicha información, la misma incluye

datos contables que permiten medir variables de resultado empresarial (performance) de forma adecuada. Dicha información se recoge gracias a la realización de dos cuestionarios distintos: uno completo con más de 100 preguntas y otro reducido. El primero de ellos es enviado a las empresas de forma cuatrienal y a las empresas que se incluyen por primera vez a la muestra. El segundo de ellos se envía anualmente al resto de empresas. Los cuestionarios son divididos en diferentes bloques temáticos: actividad, productos y procesos de fabricación; clientes y proveedores; costes y precios; mercados servidos; actividades tecnológicas; comercio exterior; empleo y datos contables.

En la actualidad, la presente base de datos consta de 721 variables, lo cual equivale a alrededor de 17 millones de micro-datos. Por tanto, dada la riqueza de esta base son muchos los artículos científicos, libros o tesis doctorales que se basan en la misma. En particular, la ESEE ha sido utilizada para analizar multitud de cuestiones económicas.

Pese a la disponibilidad de la ESEE desde 1990, el hecho de que las variables relacionadas con la innovación abierta solo estén disponibles a partir de 1998, explica que sólo se utilice información de un período de 16 años (1998-2013) cuando se analiza esta estrategia. Sin embargo, esto no significa que la base de datos sea limitada puesto que esto supone contar con más de 84.000 observaciones y aproximadamente información de 6.000 empresas.

Respecto a la metodología empleada en este estudio, el modelo utilizado es un probit con efectos aleatorios, así como la corrección que Wooldridge propuso para este tipo de especificaciones. La elección de este modelo viene respaldada por diferentes estudios sobre innovación como el de Horbach (2016), Leiponen y Helfat (2010) o Nieto y Santamaría (2010) para el probit con efectos aleatorios, y Badillo y Moreno (2014) o Triguero y Córcoles (2013) para la corrección a la Wooldridge, entre otros.

4.3 RESULTADOS

Este estudio continúa con el análisis de otra estrategia importante implementada para el desarrollo de innovaciones de producto y proceso: la innovación abierta. Aunque la mayoría de las estrategias de innovación abierta influyen positivamente en la innovación, se han encontrado algunas diferencias dependiendo de la estrategia de búsqueda: colaboración tecnológica con universidades, proveedores y asesores externos de I+D tienen un efecto positivo, mientras que colaborar con clientes y competidores no resulta significativo. Además, se tiene en cuenta el papel moderador de la capacidad de absorción, mostrando que una mayor intensidad de I+D puede reducir el efecto positivo de las estrategias de innovación abierta en la innovación.

Además, en este estudio también se considera la influencia de los *spillovers* de conocimiento (medidos teniendo en cuenta la proximidad geográfica y cognitiva) en las innovaciones de producto y de proceso en un contexto de innova-

ción abierta. Los resultados muestran un efecto positivo de dichos *spillovers* solamente para la innovación de producto. Concretamente se muestra un efecto positivo de *spillovers* surgidos por proximidad geográfica y en el mismo sector y un efecto negativo de los *spillovers* de I+D que tienen lugar en otros sectores y en la misma región.

La interpretación principal de estos resultados indica que los flujos de conocimiento entre el mismo sector son más fáciles de capturar que cuando el intercambio de conocimiento se produce entre sectores diferentes. Aunque este resultado depende del nivel de capacidad de absorción y de otras características de la empresa, muestra el papel de las similitudes tecnológicas en recuperar los efectos positivos de las prácticas de innovación abierta.

Además, de este estudio se pueden deducir diversas implicaciones tanto para los directivos de las empresas, como para los responsables políticos. Por un lado, los directivos deberían buscar la combinación de conocimiento interno y externo a la empresa más apropiada, considerando las *spillovers* de conocimiento y los problemas de la apropiación de los resultados de innovación. Por otro lado, los responsables políticos deberían promover redes de innovación tanto a nivel regional como interregional que faciliten los flujos de conocimiento (voluntarios e involuntarios).

5. ESTUDIO 3: INBOUND OPEN INNOVATIVE STRATEGIES AND ECO-INNOVATION IN THE SPANISH FOOD AND BEVERAGE INDUSTRY (ESTRATEGIAS DE INNOVACIÓN ABIERTA ENTRANTE Y ECO-INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA ESPAÑOLA DE LA ALIMENTACIÓN Y LA BEBIDA)

5.1 INTRODUCCIÓN

En la teoría de Schumpeter, el desarrollo económico es impulsado por la aparición discontinua de nuevas combinaciones (innovaciones) que son económicamente más viables que la antigua forma de hacer las cosas (Schumpeter, 1934). En este sentido, las empresas dependen de su capacidad de innovación para lograr y mantener las ventajas competitivas. La innovación es conocida por ser uno de los principales factores de éxito organizativo y de supervivencia de una empresa, independientemente de su tamaño y de la industria en la que opere (Bigliardi y Galati, 2013).

La literatura sobre innovación es bastante amplia y algunas de las definiciones más populares fueron propuestas por Utterback (1994), el Manual de Oslo de la OCDE (2005) y Urabe et al. (1998), entre otros. Este último indica que: “innovation consists of the generation of a new idea and its implementation into a new product, process or service...” (Urabe et al, 1998, p. 3). Sin embargo, la mayoría de las empresas no tienen los recursos necesarios para innovar por sí mismas y necesitan cooperar con diferentes agentes. Las asocia-

ciones son una de las formas más rápidas y a veces más baratas de innovar (Hagedoorn y Schakenraad, 1994). Mediante la cooperación, las empresas pueden mejorar su eficiencia y aumentar sus beneficios asegurando una gama más amplia de recursos y fuentes más diversificadas (Kranenburg et al., 2004)

Esta idea de cooperación es una parte esencial del concepto de innovación abierta. La innovación abierta se asocia comúnmente con industrias de rápido crecimiento e intensivas en tecnología, como el sector de la tecnología de la información y las comunicaciones y la industria farmacéutica (Sarkar y Costa, 2008), así como con grandes empresas y multinacionales (Chesbrough, 2006). Sin embargo, no se ha investigado suficientemente el análisis de las consecuencias de la utilización de estrategias de innovación abierta en las industrias tradicionales. La bibliografía sobre innovación abierta se centra tradicionalmente en las industrias de alta tecnología (Del Río et al., 2016), y casi deja de lado las de baja tecnología. Hasta donde sabemos, sólo unos pocos estudios se centran en el proceso de innovación abierta en la industria de alimentos y bebidas utilizando grandes muestras (Knudsen, 2007; Pellegrini et al., 2014; Kastelli et al., 2016; Seyfettinolu, 2016), e incluso las pruebas empíricas de casos de estudio son muy limitadas (Sarkar y Costa, 2008; Omta et al., 2014).

Recientemente, la responsabilidad medioambiental ha atraído cada vez más la atención de profesionales y académicos, y los responsables políticos se esfuerzan por darle prioridad en su programa. Las preocupaciones ambientales son impulsadas por presiones externas de los interesados o de los organismos reguladores (Cuerva et al., 2014), y/o por el reconocimiento de que este comportamiento puede dar lugar a ventajas competitivas (Díaz-García et al., 2015). La mayoría de estas prácticas conducen al desarrollo de productos o procesos de fabricación respetuosos con el medio ambiente, a menudo denominados innovaciones medioambientales, innovaciones ecológicas o eco-innovaciones.

En la última década, el número de contribuciones teóricas y empíricas sobre los factores que impulsan la innovación ecológica ha ido en aumento (Horbach, 2008; Lanoie et al., 2011; Triguero et al., 2013; Díaz-García et al., 2015). No obstante, las investigaciones empíricas sobre la eco-innovación en sectores tradicionales como la industria de la alimentación y las bebidas, que suelen caracterizarse por su baja tecnología, siguen siendo relativamente escasas (Blasi et al., 2014; Cuerva et al., 2014; Bossle et al., 2016). Además, faltan estudios longitudinales que analicen la influencia de la innovación abierta en el desarrollo de las eco-innovaciones, especialmente en los sectores tradicionales.

5.2 BASE DE DATOS Y METODOLOGÍA

En este último estudio se emplea la base de datos denominada Panel de Innovación Tecnológica (PITEC) que es elaborada conjuntamente por el Instituto Nacional de Estadística (INE) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) desde el año 2003. Los datos son obtenidos de las

diferentes olas de las Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas y Estadística sobre actividades de I+D que realiza anualmente el INE y que están basadas en el “Community Innovation Survey” (CIS). Esta encuesta es llevada a cabo cada dos años en los países miembros de la UE y algunos países europeos no pertenecientes a la Unión Europea (como Noruega o Islandia, entre otros). Dado que es voluntaria, no todos los países cuentan con información para todos los años. En líneas generales, el CIS recoge información sobre la capacidad de innovación de las empresas, aportando información relevante sobre el uso de los distintos tipos de innovación, los gastos en I+D, fuentes de información, etc.

El PITEC tiene como objetivo principal ofrecer una estadística eficaz para poder estudiar en profundidad las actividades de innovación tecnológica de las empresas españolas, así como su evolución a lo largo del tiempo. Por tanto, permite analizar tanto el patrón innovador como los factores impulsores y obstáculos de la innovación de las empresas. Para ello, ofrece información aproximadamente de 12.000 empresas innovadoras (manufactureras, de servicios y pertenecientes al sector primario) y de 460 variables. Dicha información es recogida anualmente garantizando que los datos obtenidos sean lo más fiables posibles. Además, este panel está formado por la unión de cuatro muestras de empresas: empresas de más de 200 trabajadores hagan I+D o no, una muestra de empresas grandes o pequeñas que realizan I+D interna, empresas pequeñas que tienen I+D externa pero no interna, y, por último, empresas de tamaño reducido que no realizan gastos en innovación. Dicha información es agrupada en nueve bloques temáticos: datos generales de la empresa, actividades de I+D interna, compra de I+D, actividades para la innovación tecnológica realizadas por la empresa, innovación de productos y de procesos, factores que dificultan las actividades de innovación tecnológica, derechos de propiedad intelectual e industrial, innovaciones organizativas e innovaciones de comercialización. Por tanto, no es de extrañar que dada la gran variedad de información que ofrece esta base de datos de panel, sean muchos los artículos, informes o tesis que han sido elaborados utilizando datos del PITEC.

Como su propio nombre indica, el PITEC solamente recoge información para las empresas innovadoras y, por tanto, es útil para analizar desde diferentes perspectivas y estrategias la problemática de la innovación.

En cuanto a la metodología, en este estudio se ha elegido un probit multivariante. Dicha elección se basa en que diversos estudios de innovación lo han utilizado, como el de Cefis y Triguero (2016) o Triguero et al. (2013), entre otros. Este modelo parte de dos suposiciones: hay características no observadas que pueden influir simultáneamente en las variables dependientes y, además, cada una de estas variables puede a su vez estar relacionada con el resto. Dada su relación con el método probit, todas las variables endógenas que se quieran analizar deben de ser binarias. Concretamente, en este caso el probit multivariante utilizado es el llamado “trivariate”.

5.3 RESULTADOS

En este último estudio se pretende analizar la influencia de la innovación abierta en las innovaciones respetuosas con el medio ambiente (eco-innovación). En particular, se analiza cómo influyen diversas estrategias de innovación abierta en la eficiencia en el uso de materiales, la eficiencia energética y la responsabilidad medioambiental de las empresas agroalimentarias españolas en el periodo 2008-2014, teniendo en cuenta el tipo de innovación (producto vs. proceso) y el grado de novedad de dicha innovación (radical vs. incremental). Así, en este estudio se ponen de manifiesto resultados importantes. En primer lugar, la variedad en el uso de las fuentes de conocimiento externas tiene un efecto positivo en la adopción de la mayoría de eco-innovaciones. Sin embargo, la intensidad en el uso de esas fuentes resulta solo significativa para las eco-innovaciones de proceso, producto e incrementales relaciones con el uso eficiente de materiales y energía. Además, este análisis confirma la dependencia e influencia de la demanda y las regulaciones en la adopción de eco-innovaciones.

Sin embargo, se encuentran diferencias con respecto a la influencia en cada tipo de eco-innovación de la adquisición de nueva maquinaria y software, de los conocimientos internos que no se basan directamente en la I+D, la formación, la I+D externa y la cooperación. Los principales resultados muestran que el número y la intensidad de fuentes de conocimiento externas influyen positivamente en la implementación de la mayoría de tipos de eco-innovación en el sector agroalimentario español. Por tanto, las estrategias de innovación abierta pueden ser una opción apropiada para abordar la innovación, relajar las barreras a la eco-innovación y mejorar la competitividad en sectores tradicionales como la industria de la alimentación y la bebida, en el que la mayoría de empresas son pequeñas y medianas y las ventajas de adoptar estrategias de eco-innovación son probablemente mayores que en sectores con empresas de mayor tamaño.

Para facilitar la innovación abierta, los responsables políticos deberían promover programas que garanticen sistemas abiertos en la adopción de eco-innovaciones. Las empresas tendrán que decidir si cumplir solamente con los requerimientos legales mínimo o adoptar también eco-innovaciones como una herramienta para mejorar sus ventajas competitivas en un contexto de creciente globalización y competencia.

PRINCIPALES CONCLUSIONES

Esta tesis doctoral se realiza para conocer la influencia de diferentes estrategias a nivel de empresa (decisiones de fusiones y adquisiciones y prácticas de innovación abierta) en el resultado innovador. En primer lugar, se analiza la influencia de las fusiones y adquisiciones en la intensidad de la I+D y la rentabilidad de las grandes empresas europeas con un conjunto de datos original. En

segundo lugar, esta tesis también se centra en el fenómeno de la innovación abierta en relación con el papel de los *spillovers* de conocimiento voluntarias e involuntarias de las empresas manufactureras españolas. Por último, se presenta el papel que juegan las estrategias de innovación abierta en la adopción de diferentes innovaciones respetuosas con el medio ambiente (eco-innovaciones) de las empresas españolas del sector de la alimentación y bebidas, ya que los estudios longitudinales que explican la influencia de la innovación abierta en las eco-innovaciones de los sectores tradicionales son todavía relativamente escasos.

Este trabajo se basa en marcos teóricos que, aunque son distintos, están relacionados. Dado que la innovación es esencial para que las empresas logren una escala de producción eficiente y mejoren su competitividad, pueden llevar a cabo una estrategia de fusión o adquisición de otras empresas. Los efectos de las fusiones y adquisiciones en el grado de innovación dependen de la similitud o las diferencias entre los conocimientos tecnológicos de las empresas. Por lo tanto, es necesario considerar otras variables o estrategias que influyen en la innovación. Para mejorar la innovación, además del papel fundamental que desempeña la fusión o adquisición de empresas, pueden utilizarse estrategias de innovación abierta. Las empresas con una gran variedad de fuentes externas de conocimiento pueden ampliar y complementar su base interna de conocimientos mediante la colaboración tecnológica con esas fuentes. Además, debe tenerse en cuenta que la concienciación medioambiental alienta a algunas empresas a tratar de asegurar que sus innovaciones sean inocuas para el medio ambiente. Así pues, también deben analizarse los efectos de las estrategias de innovación abierta en la eco-innovación.

Esta tesis hace varias contribuciones a la literatura sobre estrategias de innovación. En primer lugar, analiza los efectos de las fusiones y adquisiciones en la innovación y la rentabilidad, teniendo en cuenta la heterogeneidad no observada de las empresas y utilizando un conjunto de datos único. En segundo lugar, estudia dos facetas de la innovación abierta (intencionada y no intencionada) y, por último, examina los factores que fomentan la adopción de la innovación ecológica en un sector maduro en un contexto de innovación abierta. Así pues, a lo largo de sus páginas, esta tesis busca un conocimiento profundo del proceso de innovación, centrándose en la influencia de las diferentes estrategias a nivel de empresa.

REFERENCIAS

- Ahuja, G. y Katila, R. (2001). Technological Acquisitions and the innovation performance of acquiring firms: a longitudinal study. *Strategic Management Journal*, 22 (3), 197-220.
- Arora, A. y Gambardella, A. (1990). Complementarity and external linkages: the strategies of the large firms in biotechnology. *Journal of Industrial Economics*, 38 (4), 361-379.

Badillo, E.R. y Moreno, R. (2014). Are R&D collaborative agreements persistent at the firm level? Empirical evidence for the Spanish case. Research Institute of Applied Economics, Working Paper No. 2014/10.

Bigliardi, B. y Galati, F. (2013). Innovation trends in the food industry: the case of functional foods. *Trends in Food Science and Technology*, 31 (2), 118-129.

Blasi, E., Monotti, C., Ruini, L., Landi, C., Avolio, G. y Meriggi, P. (2014). Eco-innovation as a driver in the agri-food value chain: an empirical study on durum wheat in Italy. *Journal on Chain and Network Science*, 15 (1), 1–15.

Blonigen B.A. y Taylor C.T. (2000). R&D intensity and acquisitions in high-technology industries: evidence from the US electronic and electrical equipment industries. *Journal of Industrial Economics*, 48 (1), 47-70.

Bossle, M.B., De Barcellos, M.D. y Vieira, L.M. (2016). Why food companies go green? The determinant factors to adopt eco-innovations. *British Food Journal*, 118 (6), 1317–1333.

Cassiman, B., Colombo M.G., Garrone P. y Veugelers R. (2005). The impact of M&A on the R&D process: an empirical analysis of the role of technological and market relatedness. *Research Policy*, 34 (2), 195-220.

Cassiman, B. y Veugelers, R. (2006). In Search of Complementarity in Innovation Strategy: Internal R&D and External Knowledge Acquisition. *Management Science*, 52 (1), 68-82.

Cefis, E. y Marsili, O. (2015). Crossing the innovation threshold through mergers and acquisitions. *Research Policy*, 44 (3), 698-710.

Cefis, E. y Triguero, A. (2016). Make, Buy, or Both: The Innovation Sourcing Strategy Dilemma after M&A. *Growth and Change*, 47 (2), 175-196.

Chesbrough, H. (2003a). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*, Boston, USA: Harvard Business School Press.

Chesbrough, H.W. (2003b). The era of Open Innovation. *MIT Sloan Management Review*, 44 (3), 35-41.

Chesbrough, H. (2006). Open innovation: a new paradigm for understanding industrial innovation. En H. Chesbrough, W. Vanhaverbeke y J. West. (Ed.), *Open innovation: Researching a new paradigm* (pp. 1-12). Nueva York, USA: Oxford University Press.

Chesbrough, H. y Crowther, A.K. (2006). Beyond high tech: early adopters of open innovation in other industries. *R&D Management*, 36 (3), 229-236.

Cloodt, M., Hagedoorn, J. y Van Kranenburg, H. (2006). Mergers and acquisitions: their effects on the innovative performance of companies in high-tech industries. *Research Policy*, 35 (5), 642-668.

Colombo, M.G. y Rabbiosi, L. (2014). Technological similarity, post-acquisition R&D reorganization, and innovation performance in horizontal acquisitions. *Research Policy*, 43 (6), 1039-1054.

Comisión Europea (2014). Towards more effective EU merger control COM (2014) 449 final. Bruselas.

Cuerva, M.C., Triguero, A. y Córcoles, D. (2014). Drivers of green and non-green innovation: empirical evidence in low-tech SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 68, 104–113.

Dahlander, L. y Gann, D.M. (2010). How open is innovation? *Research Policy*, 39 (6), 699-709.

Del Río, P., Peñasco, C. y Romero-Jordán, D. (2016). What drives eco-innovators? A critical review of the empirical literature based on econometric methods. *Journal of Cleaner Production*, 112, 2158-2170.

Díaz-García, C., González-Moreno, Á. y Sáez-Martínez, F.J. (2015). Eco-innovation: insights from a literature review. *Innovation: Organization & Management*, 17 (1): 6-23.

Grimaldi, M., Quinto, I. y Rippa, P. (2013). Enabling open innovation in small and medium enterprises: a dynamic capabilities approach. *Knowledge and Process Management*, 20 (4), 199-210.

Grimpe, C. y Hussinger, K. (2014). Resource complementarity and value capture in firm acquisitions: The role of intellectual property rights. *Strategic Management Journal*, 35 (12), 1762-1780.

Hagedoorn, J. y Schakenraad, J. (1994). The effect of strategic technology alliances on company performance. *Strategic Management Journal*, 15 (4), 291-309.

Harrison, J.S., Hitt, M.A., Hoskisson, R.E. e Ireland, R.D. (1991). The effects of acquisitions on R&D inputs and outputs. *Academy of Management Journal*, 34 (3), 633-706.

Hausman, J.A. (1978). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica*, 46 (6), 1251-1271.

Hirsch-Kreinsen, H., Jacobson, D. y Robertson, P.L. (2006). ‘Low-tech’ industries: Innovativeness and development perspectives—A summary of a European research project. *Prometheus*, 24 (1), 3–21.

Horbach, J. (2008). Determinants of environmental innovation—new evidence from German panel data sources. *Research Policy*, 37 (1), 163–173.

Horbach, J. (2016). Empirical determinants of eco-innovation in European countries using the community innovation survey. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 19, 1-14.

Hughner, R., McDonagh, P., Prothero, A., Shultz II, C.J. y Stanton, J. (2007). Who are Organic Consumers? Exploring Organic Food Consumption: A Literature Review. *Journal of Consumer Behaviour*, 6, 94–110.

Johnston, W.J., Leach, M.P. y Liu, A.H. (1999). Theory testing using case studies in business-to-business research. *Industrial Marketing Management*, 28 (3), 201-213.

Kastelli, I., Tsakanikas, A. y Caloghirou, Y. (2016). Technology transfer as a mechanism for dynamic transformation in the food sector. *Journal of Technology Transfer*, 43 (4), 882-900.

Kemp, R. y Pearson, P. (2007). Final report MEI project about measuring ecoinnovation. Recuperado de:

<http://www.oecd.org/env/consumption-innovation/43960830.pdf>

Knudsen, M.P. (2007). The relative importance of interfirm relationships and knowledge transfer for new product development success. *The Journal of Product Innovation Management*, 24 (2), 117-138.

Kranenburg, H.V., Hagedoorn, J. y Pennings, J. (2004). Measurement of international and product diversification in the publishing industry. *Journal of Media Economics*, 17 (2), 87-104.

Lanoie, P., Laurent-Lucchetti, J., Johnstone, N. y Ambec, S. (2011). Environmental policy, innovation and performance: new insights on the Porter Hypothesis. *Journal of Economics & Management Strategy*, 20 (3), 803-842.

Laursen, K. y Salter, A. (2004). Searching high and low: what types of firms use universities as a source of innovation? *Research Policy*, 33 (8), 1201-1215.

Laursen, K. y Salter, A. (2006). Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms. *Strategic Management Journal*, 27 (2), 131-150.

Leiponen, A. y Helfat, C.E. (2010). Innovation objectives, knowledge sources, and the benefits of breadth. *Strategic Management Journal*, 31, 224-236.

Lichtenthaler, U. y Lichtenthaler, E. (2009). A capability-based framework for open innovation: Complementing absorptive capacity. *Journal of Management Studies*, 46 (8), 1315-1338.

Makri, M., Hitt, M.A. y Lane, P.J. (2010). Complementary technologies, knowledge relatedness, and invention outcomes in high technology mergers and acquisitions. *Strategic Management Journal*, 31 (6), 602-628.

Malerba, F. (2007). Innovation and the dynamics and evolution of industries: Progress and challenges. *International Journal of Industrial Organization*, 25(4), 675-699.

Martínez, M.G. (2014). Co-creation of value by open innovation: unlocking new sources of competitive advantage. *Agribusiness*, 30 (2), 132-147.

McDonagh, P. and Prothero, A. (2014). Sustainability marketing research: past, present and future. *Journal of Marketing Management*, 30 (11-12), 1186-1219.

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (2017). Informe Anual de la Industria Alimentaria Española, Periodo 2015-2016. Recuperado de:

http://www.mapama.gob.es/es/alimentacion/temas/industria-agroalimentaria/informe-anual-industria-alimentaria-2015-2016_tcm30-380020.pdf

Nieto, M.J. y Santamaría, L. (2010). Technological Collaboration: Bridging the Innovation Gap between Small and Large Firms. *Journal of Small Business Management*, 48 (1), 44-69.

OCDE (2005). Oslo manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data. *The Measurement of Scientific and Technological Activities*, (3rd. Ed.), París, Francia: OECD Publishing.

Omta, S.W.F., Fortuin, F.T. y Dijkman, N.C. (2014). *Open Innovation in the Food Industry: An Evidence Based Guide*, Wageningen, Netherlands: Food Valley N.L.

Pellegrini, L., Lazzarotti, V. y Manzini, R. (2014). Open innovation in the food and drink industry. *Journal of Agricultural & Food Industrial Organization*, 12 (1), 75-94.

Rigby, D. y Zook, C. (2002). Open-market innovation. *Harvard Business Review*, 80 (10), 80-93.

Robertson, P.L., Casali, G.L. y Jacobson, D. (2012). Managing open incremental process innovation: absorptive capacity and distributed learning. *Research Policy*, 41 (5), 822-832.

Sarkar, S. y Costa, A.I. (2008). Dynamics of open innovation in the food industry. *Trends in Food Science & Technology*, 19 (11), 574-580.

Schumpeter, J.A. (1934). *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle*. Cambridge, USA: Harvard University Press.

Seyfettinoglu, Ü.K. (2016). Analysis of relationships between firm performance and open innovation strategies and stages in the Turkish Food and Beverage industry. *New Medit*, 15 (1), 42-52.

Szücs, F. (2014). M&A and R&D: Asymmetric Effects on acquirers and targets? *Research Policy*, 43 (7), 1264-1273.

Triguero, A. y Córcoles, D. (2013). Understanding innovation: An analysis of persistence for Spanish manufacturing firms. *Research Policy*, 42, 340-352.

Triguero, Á., Córcoles, D., y Cuerva, M.C. (2013a). Differences in innovation between food and manufacturing firms: An analysis of persistence. *Agribusiness*, 29 (3), 273-292.

Triguero, A., Moreno-Mondéjar, L. y Davia, M.A. (2013b). Drivers of different types of eco-innovation in European SMEs. *Ecological Economics*, 92, 25-33.

Triguero, A., Moreno-Mondéjar, L. y Davia, M.A. (2016). Leaders and Laggards in Environmental Innovation: An Empirical Analysis of SMEs in Europe. *Business Strategy and the Environment*, 25, 28-39.

Tripl, M. (2010). Low- tech Innovation in a High-Tech Environment? The Case of the Food Industry in the Vienna Metropolitan Region, Institute for the Environment and Regional Development, SRE-Discussion 2010/02.

Urabe, K., Child, J. y Kagono, T. (1988). *Innovation and management international comparisons*. Berlin, Alemania: Walter de Gruyter.

Utterback, J.M. (1994). *Mastering the dynamics of innovation. How companies can seize opportunities in the face of technological change*. Boston, USA: Harvard Business School Press.

Veugelers, R. (2012). Innovation in EU merger Control: Walking the talk. *Bruegel Policy Contribution*, 4, 1-10.

Von Tunzelmann, G.N. y Acha, V. (2005). Innovation in 'low tech' industries. En J. Fagerberg, D.C. Mowery y R.R. Nelson (Eds.). *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 407-432). Nueva York, EEUU: Oxford University Press.

West, J., Salter, A., Vanhaverbeke, W. y Chesbrough, H. (2014). Open innovation: The next decade. *Research Policy*, 43 (5), 805-811.

Este libro se acabó de
imprimir el 30 de octubre de 2020,
festividad de los santos mártires
Claudio, Lupercio y Victorio,
legionarios hispanorromanos
martirizados en la actual León
durante el reinado
de Diocleciano

LAUS DEO

