

LO QUE CUESTA DECIR NO

Una pregunta con la que nos enfrentamos todos los días es la que se interesa por saber cuanto cuesta decir sí. No suele ofrecer dificultad la respuesta a semejante cuestión pues es lo que denominamos precio. Es cierto que la construcción de un precio viene a veces precedida del rito, casi iniciático, del regateo en sus muy variadas liturgias, pero al final acaba siempre por concretarse en términos suficientemente inequívocos.

La respuesta a la pregunta contraria, es decir lo que nos va a costar decir no, es mucho más difícil de establecer y, sin embargo, es la que inevitablemente precede a las decisiones auténticamente importantes. Ello es así porque se nos suele ofrecer en términos un tanto vagos e imprecisos, o dicho en lenguaje de hoy, suele faltar información que es preciso reemplazar en términos de responsabilidad y buen sentido, no exentas muchas veces, de cierta dosis de prudente audacia ante el futuro.

Don Fernando y doña Isabel ante el enigma de un océano misterioso, no podían saber de antemano cuanto iba a costarles decir no. El tiempo se ha encargado de poner de manifiesto el precio histórico que hubiera supuesto una negativa. El ejemplo, aunque algo tópico, es bueno porque identifica con claridad la dificultad de un problema que implica enfrentar una estimación de la magnitud de un esfuerzo con la lucidez requerida para dictaminar las exigencias de un momento histórico y la responsabilidad respecto del futuro que acompaña inevitablemente a nuestras decisiones.

Se suele afirmar con bastante fundamento que una política no es, en el fondo, otra cosa que proponer un esquema de prioridades a las que atender con unos recursos que suelen tener la mala costumbre de ser más bien escasos. En una época de crisis el problema afila sus perfiles para plantearse con una mayor crudeza. Distinguir, entonces, entre lo importante y lo urgente, para no descuidar lo uno con el pretexto de que hay que atender a lo otro, es la piedra de toque de la sabiduría de una acción de gobierno. Parece difícil discutir que España afronta la necesidad de cambiar o reordenar su modelo productivo para diseñar un futuro que, sin duda, se va a plantear

en términos nuevos que, por tanto, van a suponer, quiérase o no, un cambio de cultura. Una nueva forma de ver el mundo, en definitiva, que como ocurre siempre en estos casos, por desgracia, va a llevar su tiempo. Difícil precisar cuánto, pero, desde luego más que el que acompaña al horizonte electoral de una legislatura.

El trance en el que se encuentra España hace necesario entender que en el escenario de recortes que vivimos, existen dos ámbitos para los que, la simple prudencia, aconseja reclamar un principio de excepcionalidad: el sistema educativo y el desarrollo científico. Comprender esto es nuestro particular dilema hamletiano, ser o no ser. Si a estas alturas y en esta Europa nuestra todavía no hemos entendido que la prosperidad de los pueblos empieza en la escuela, poca historia vamos a escribir. Apostar por el desarrollo científico, lo que hoy denominamos I+D es, por otra parte, la única manera para no vivir fuera de la realidad. Y en este terreno las paradojas que Alicia encontró en el país de las maravillas vienen muy a cuento cuando aprendió que existían trances en los que había que correr muy deprisa simplemente para mantenerse en el mismo sitio, quien no avanza, retrocede.

A partir de aquí se podrían prolongar estas líneas con abundantes argumentos y consideraciones pero conviene destacar sólo una que, sin duda, es la más importante.

Un recorte en nuestras inversiones en I+D va a determinar, inevitablemente, un éxodo de nuestra juventud mejor preparada; con ello va a acentuarse aún más un proceso que ya se ha venido dando. Aquí se podrían incluir nombres ilustres tan conocidos que alargarían innecesariamente este documento. Cuando el sesgo de los tiempos pide, como decíamos, un cambio de modelo productivo, nada que provoque la huída del recurso más esencial, el humano, que estas situaciones requieren, puede permitirse, sin incurrir en la grave imprudencia de aplazar lo importante para atender a lo urgente; una trampa en la este país ha caído en más de una ocasión. Y como es inútil ignorar que un cierto éxodo va a continuar, tengamos, como mínimo la elemental prudencia de mantener un nivel digno de nuestro sistema de I+D para, al menos, asegurar más adelante el posible retorno. Desde aquí sólo podemos pedir que los centros de decisión se planteen con suficiente claridad de juicio el problema que supone lo que cuesta decir no. □

Director: Jesús María Rincón López

Editor: Enrique Ruiz-Ayúcar

Consejo Editorial: Antonio Bello Pérez, María Arias Delgado, Ismael Buño Borde



Junta de Gobierno de la Asociación Española de Científicos (AEC).

Presidente: Jesús María Rincón López

Vicepresidente Primero: Alfredo Tiemblo Ramos

Vicepresidente Segundo: Alfonso Navas Sánchez

Secretario General: Enrique Ruiz-Ayúcar

Vocales: María Arias Delgado, Antonio Bello Pérez, José Luis Díez Martín, Fernando García Carcedo, Sebastián Medina, Jaime Sánchez-Montero, Manuel Jordán Vidal, Luis Guasch Pereira, José María Gómez de Salazar, Marcial García Rojo, Celia de la Cuadra, María del Carmen Risueño Almeida, Julio César Javier Tello Marquina, Pedro Sánchez Soto.

Edita: Asociación Española de Científicos. Apartado de correos 36500. 28080 Madrid.

ISSN: 1575-7951. Depósito legal: M-42493-1999. Imprime: Gráficas Mafra

Esta revista no se hace responsable de las opiniones emitidas por nuestros colaboradores.

Sitio en la Red: www.aecientificos.es

Correo electrónico: aecientificos@aecientificos.es

La AEC es miembro fundador de la Confederación de Sociedades Científicas de España, COSCE.

ÍNDICE

La estrategia '3i' de SENER: innovación, internacionalización e inversión ANDRÉS SENDAGORTA	3	¿Cuánto cuesta descubrir y desarrollar un fármaco en el mercado? DANIEL I. PÉREZ	28
Diseños de sistemas geométricos dinámicos en la biofisiocoquímica celular FRANCISCO BRAVO ABAD	8	PLACAS DE HONOR DE LA ASOCIACIÓN	
La transferencia de conocimiento y el rol de los científicos e investigadores: de la Investigación y Desarrollo a la Innovación real JUAN CASTRO	11	• Palabras del Presidente del CSIC	
Las patentes de invención como medio para la promoción y registro de los resultados científico-tecnológicos de investigación JOSÉ LUIS DÍAZ HERNÁNDEZ, JOSÉ M ^a MIRANDA HERNÁNDEZ Y PEDRO JOSÉ SÁNCHEZ-SOTO	17	• Técnicas Reunidas	
		• IBERCERAS	
		• CERACASA	
		• Teófilo Sanfeliú Montolio	
		• Francisco Camacho Ferre	
		• Jesús Martínez Frías	32
		LIBRO	
		El vidrio en la pintura del Museo del Prado	48

La estrategia '3i' de SENER: innovación, internacionalización e inversión

ANDRÉS SENDAGORTA
Vicepresidente de SENER

SENER es un grupo privado de ingeniería y tecnología fundado en 1956, que busca ofrecer a sus clientes las soluciones tecnológicas más avanzadas y que goza de reconocimiento internacional gracias a su independencia y a su compromiso con la innovación y la calidad. SENER cuenta con más de 5.000 profesionales y una facturación de 1.160 millones de euros (datos de 2011).

La compañía agrupa las actividades propias de Ingeniería y Construcción, además de participaciones industriales en empresas que trabajan en los campos de Energía y Medio Ambiente, así como en el Aeronáutico. La División de Ingeniería y Construcción, SENER Ingeniería y Sistemas, S.A., se ha convertido en una de las mayores empresas de ingeniería españolas, con una facturación de más de 653 millones de euros, cerca de 2.200 empleados y oficinas en Abu Dabi, Argel, Barcelona, Bilbao, Buenos Aires, Busan (Corea del Sur), Lisboa, Madrid, México DF, Okayama (Japón), San Francisco, Sao Paulo, Sevilla, Valencia y Varsovia.

SENER Ingeniería y Sistemas, S.A. es, a día de hoy, una empresa de referencia tanto en el ámbito nacional como en el internacional, en los sectores de ingeniería Aeroespacial,

Energía y Procesos, Civil y Arquitectura e Ingeniería Naval. Su participación destacada en estos cuatro sectores de negocio la sitúa además como la primera empresa de ingeniería multidisciplinar española.

Además, SENER Grupo de Ingeniería, S.A., la empresa matriz, promueve y participa en negocios de fabricación y producción. Así, a través del área aeronáutica está presente en empresas como Industria de Turbopropulsores ITP.

Por otra parte, a través del Área de Energía y Medio Ambiente, SENER ha promovido proyectos, en los que además participa accionarialmente mediante la aportación de tecnologías propias, de energías renovables y valorización energética de residuos, tales como Zabalgarbi, Tracjusa, Valpuren Comatur, Valpuren Bañuelo y Torresol Energy.

LA EXCELENCIA COMO CULTURA CORPORATIVA

SENER, desde sus inicios, ha fundamentado su éxito en la cultura de la excelencia basada en el compromiso con la calidad y la independencia. Además, la ingeniería sigue una estrategia de crecimiento cimentada en lo que denominamos



Estrategia '3i': innovación, internacionalización e inversión, una fórmula que le supuso el pasado año un crecimiento en sus ingresos de explotación de un 8,8%.

COMPROMISO CON LA CALIDAD

En SENER, la calidad ha sido un objetivo prioritario desde los inicios y a día de hoy sigue siendo uno de los pilares de su actividad. Este afán le ha llevado a ser la primera ingeniería española en certificar su sistema de gestión de la calidad según la norma ISO 9001 para todas sus actividades y centros de trabajo. SENER cuenta con un sistema propio e integrado de gestión de la calidad, medio ambiente y seguridad, que ha sido certificado también con arreglo a las normas internacionales ISO 14001:2004 (gestión ambiental) y OHSAS 18001:2007 (seguridad y salud en el trabajo). SENER ha certificado igualmente su sistema de gestión de la calidad según normativas específicas, como el referencial aeronáutico EN 9100, PECAL/AQAP 2110 y PECAL/AQAP 160 para proyectos de defensa y la ISO 13485:2004 para proyectos de electromedicina. A su vez, siempre que la naturaleza del proyecto lo requiere, SENER aplica normas sectoriales, como ANSI, ASME y API en proyectos industriales, ECSS en proyectos del sector espacial, etc. Además, la empresa ha obtenido el certificado de AENOR en I+D+i según la norma española UNE 166002:2006.

INDEPENDENCIA

SENER es una empresa de capital privado, completamente independiente. Esta característica le posibilita decidir con absoluta libertad sobre la evolución del negocio y afrontar

nuevos retos conforme a la política de empresa establecida por la dirección. La independencia permite a SENER garantizar el pleno cumplimiento de todos sus compromisos y ofrecer la máxima calidad en todos sus proyectos, pues no está sujeta a injerencias externas y su buen hacer depende únicamente de su equipo de profesionales, altamente cualificado.

ESTRATEGIA '3I': INNOVACIÓN, INTERNACIONALIZACIÓN E INVERSIÓN

SENER ha destacado siempre por presentar proyectos innovadores con soluciones que aporten valores diferenciales. Esta innovación es el pilar fundamental de su estrategia, a partir del cual surgen todas sus ventajas tecnológicas y todo su valor diferenciador y permite, a su vez, que sean posibles los otros dos pilares: la internacionalización y la inversión.

Innovación

La innovación es el elemento diferenciador más claro de SENER, que se ha labrado una reputación de empresa tecnológica y en constante desarrollo. Además, la compañía aprovecha su carácter multidisciplinar y su presencia en cuatro sectores de actividad para beneficiarse de las sinergias existentes entre las diversas áreas y, de este modo, proporciona a sus clientes productos innovadores y, en numerosas ocasiones, únicos en su sector.

Internacionalización

Entendemos como internacionalización el proceso de expansión del conocimiento adquirido en más de 50 años



de actividad hacia fuera de las fronteras españolas, un camino que SENER empezó hace muchos años y que, en la actualidad, le ha llevado a disponer de 15 oficinas alrededor del mundo y proyectos en cuatro continentes, lo que le ha garantizado una muy buena reputación como empresa de referencia en proyectos complejos.

Inversión

En lo que se refiere a 'inversión', existe una fuerte creencia dentro de la compañía de que, para seguir creciendo y ofreciendo a los clientes productos y servicios diferenciadores, hace falta hacer un esfuerzo inversor. Es por ello que SENER invierte en I+D alrededor del 18% de las horas anuales de trabajo, lo que repercute de manera clara en los productos que la ingeniería aporta al mercado. Además, SENER, es "su primer cliente", al ser usuario de sus propios desarrollos tecnológicos, lo que permite probar los productos, mejorarlos de manera continua y, de este modo, aprovechar sinergias.

Todo este esfuerzo innovador, de internacionalización e inversor es continuamente reconocido con diferentes premios nacionales. Entre ellos podemos destacar el Premio European Business Award 2011 en la categoría de Innovación; el Premio Príncipe Felipe a la Excelencia Empresarial en la modalidad 'Innovación Tecnológica para Grandes Empresas', obtenido en junio de 2008, el premio Best of European Business 2007, obtenido por SENER Grupo de Ingeniería en la categoría de Crecimiento de Medianas Empresas, y el Premio Emprendedor del Año a la Innovación 2006, concedido por Ernst&Young, en colaboración con la escuela de negocios IESE, el Grupo Vocento y Fortis, a Jorge Sendagorta, presidente de SENER. Además, en 2012, el fundador y presidente de Honor de SENER, Enrique de Sendagorta Aramburu, ha sido distinguido con el Premio Nacional a la Trayectoria Innovadora dentro de los Premios Nacionales de Innovación y Diseño 2011, los galardones españoles más relevantes que se otorgan como reconocimiento a empresas y profesionales que han destacado por una trayectoria ejemplar en el campo del diseño y de la innovación.

SENER, REFERENCIA EN INNOVACIÓN

MULTIDISCIPLINAR

En el área de Ingeniería y Construcción, SENER ofrece servicios tecnológicos de diseño y construcción en cuatro grandes sectores: Aeroespacial, Civil y Arquitectura, Energía y Procesos e Ingeniería Naval.

En el sector Aeroespacial la empresa lleva a cabo proyectos en Espacio, Aeronáutica, y Defensa y Seguridad.

En Espacio, SENER desarrolla desde su origen mecanismos y sistemas mecánicos que cubren prácticamente todas



las necesidades del segmento de vuelo. Además, SENER suministra elementos imprescindibles para el logro de una misión, como los Sistemas de Control y Actitud (AOCS) y los Sistemas de Guiado, Navegación y Control (GNC). Todo avalado con una solvencia tecnológica probada con éxito en los más de 50 satélites y vehículos espaciales que actualmente operan con equipos de SENER a bordo.

En Aeronáutica y Vehículos, SENER participa en la ingeniería de estructuras complejas fundamentalmente en material compuesto, en la que se incluye la optimización de los procesos de fabricación de piezas compuestas, además de ofrecer servicios de soporte de producto. Asimismo, existe en SENER una línea de negocio dedicada al diseño y suministro de máquinas de producción de elementos en material compuesto.

En el área de Defensa y Seguridad, SENER está especializada en la ingeniería y la producción de Sistemas de Actuación y Control para aplicaciones de defensa, y en particular para misiles, aplicaciones de ISR (Inteligencia, Vigilancia y Reconocimiento) y Sistemas Integrados. Además, SENER es la empresa de referencia en España en sistemas de misiles.

Por otra parte, la actividad en el sector aeroespacial de SENER se complementa con los proyectos de NTE-SENER, empresa que pertenece en su totalidad a SENER y que cuenta con más de 25 años de experiencia en el desarrollo, integración y suministro de sistemas, instrumentos y equipos científicos y biomédicos de altas prestaciones para la investigación científica y aplicaciones avanzadas.

En Ingeniería Civil y Arquitectura, SENER dispone de una amplia experiencia en sectores específicos como ferrocarriles, sistemas de transporte urbano, aeropuertos, carreteras, puertos e infraestructuras marítimas, obra hidráulica y medio ambiente, arquitectura y planificación urbana.

Desde finales de los años 80, la empresa ha experimentado un importante crecimiento en este sector motivado por su participación en el desarrollo de infraestructuras de grandes ciudades como Madrid, Barcelona, Bilbao, México DF, Chile, Bogotá, Oporto, Lisboa, Argel y Varsovia en las que

ha puesto en marcha modernas redes y estaciones de metro, terminales aeroportuarias, innovadores intercambiadores de transporte y edificios emblemáticos, con sus propios medios o en colaboración con primeras figuras de la arquitectura mundial.

Hoy en día la empresa de ingeniería es reconocida por ofrecer soluciones integrales con la máxima garantía de calidad y afrontar con solvencia trabajos tecnológicamente complejos, en especial de ingeniería ferroviaria, de movilidad y transporte urbano pero también en el resto de disciplinas de la ingeniería civil.

En el sector de Energía y Procesos, SENER ha llevado a cabo proyectos llave en mano o ha proporcionado ingeniería y capacidades a plantas solares térmicas, plantas de generación eléctrica de ciclo combinado, cogeneración y regasificación de gas natural licuado, así como en energía nuclear, biocombustibles, refino, química, petroquímica y plásticos, instalaciones en las que cuenta con una amplia experiencia. La generación de energía y su uso eficiente, así como la concepción y optimización de procesos químicos e industriales son áreas en las que la empresa ha conseguido gran reputación internacional.

Además, desde sus inicios, SENER ha sido pionero en el campo de las energías renovables, a través del desarrollo de tecnologías propias en sectores tan dispares como la energía solar, la biomasa, la valoración de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y el tratamiento de purines y aceites, siempre bajo la premisa del uso eficiente de energía.

Entre las últimas iniciativas del grupo se encuentran dos plantas de tratamiento de purines situadas en las localidades de Polán y Consuegra, en Toledo, cada una de ellas con capacidad para tratar 100.000 toneladas al año de purín. En ambas se aplica la tecnología de SENER para el tratamiento de los purines por biodigestión anaerobia, el proceso Valpuren®, basado en la experiencia obtenida en las instalaciones industriales de Tracjusa que SENER construyó y opera en Juneda (Lérida) desde el año 2000. Junto al proceso Valpuren®, SENER ha desarrollado otras tecnologías como la regeneración de aceites lubricantes usados, que se emplea en la planta de Ecolube en Fuenlabrada.

En valorización energética de RSU cabe destacar la iniciativa Zabalgarbi, S.A., una planta ubicada en Bilbao que constituye un referente mundial en el tratamiento y la gestión de estos residuos. Esta planta utiliza en un ciclo termodinámico de desarrollo propio, denominado SENER-2, que requiere una turbina de gas y que ha servido de base para el desarrollo de otro ciclo con mejora de eficiencia sin turbina de gas, SENER-4.

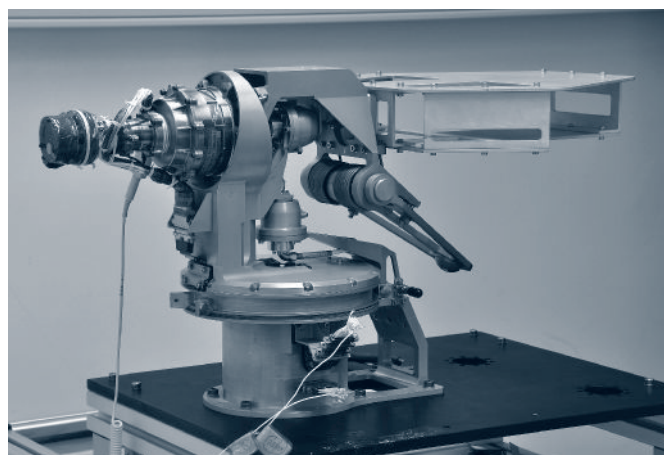
Asimismo, en los últimos años, el área de medio ambiente ha centrado sus esfuerzos en las iniciativas de energía solar térmica como la de Torresol Energy, una compañía promotora y operadora de plantas solares por concentración. En este campo, SENER es pionera en innovaciones tecnológicas, con lo que ocupa una posición de liderazgo mundial en el sector.

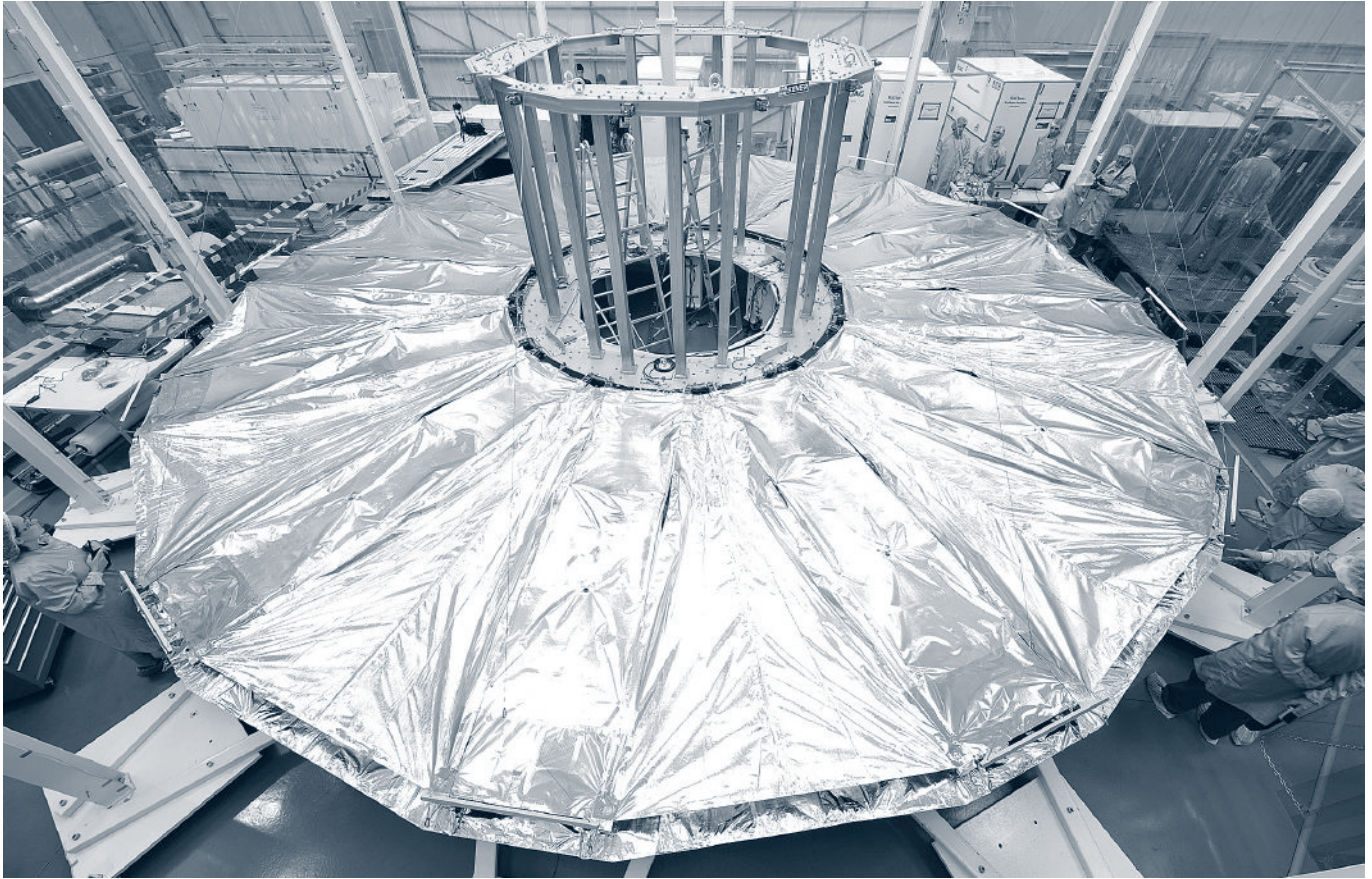
En cuanto a ingeniería naval, durante más de 50 años, SENER ha proporcionado servicios profesionales a una amplia variedad de astilleros, armadores, oficinas técnicas, así como a organismos nacionales e internacionales del sector naval. La compañía siempre ha conservado su vocación naval original, y es en este ámbito donde ha obtenido mayor reconocimiento internacional gracias al sistema CAD/CAM de SENER para el diseño de buques y offshore, FORAN.

Por último, dentro del área aeronáutica, merece especial mención la participación de SENER, junto con la británica Rolls Royce, en Industria de Turbopropulsores (ITP), única industria española de motores aeronáuticos y turbinas de gas, cuyo nacimiento impulsó SENER en 1984 y donde es accionista mayoritario. Entre sus actividades principales se encuentran la ingeniería, investigación y desarrollo, fabricación, ensamblaje y pruebas de motores aeronáuticos y turbinas de gas, así como el mantenimiento de motores.

ITP es una empresa líder en el mundo por aportar productos y servicios de alta tecnología al mercado de los motores aeronáuticos e industriales a lo largo de todo el ciclo vital del producto. A lo largo de su historia, la empresa ha logrado esta posición de privilegio gracias a su tecnología exclusiva, la estrategia de fuertes inversiones acometidas en la última década, sus productos de alta calidad y respetuosos con el medio ambiente, y al talento y compromiso de sus empleados para abordar la excelencia y la satisfacción del cliente.

Es además socio de importantes programas de aviación civil y de Consorcios de Defensa Europeos (EUROJET, EUROPROP, MTRI) en donde cuenta con socios de referencia como Rolls-Royce, GE, P&W, Snecma y Honeywell.





GRANDES PROYECTOS

INTERNACIONALES

En sus más de 50 años de andadura, SENER ha realizado algunos de los proyectos más ambiciosos de los últimos años tanto dentro como fuera de España. Entre ellos destaca su participación en:

En el sector Aeroespacial, el telescopio Hubble, los mecanismos de la sonda Rosetta y los satélites Seosat e Spainsat, SMOS, Pleiades, Herschel y Planck, IXV, Proba-3, Gaia, así como el desarrollo de la antena de alta ganancia que permite las comunicaciones bidireccionales entre la Tierra y Marte en el rover Curiosity que recientemente pisó el planeta rojo. Además, este año, la empresa se ha adjudicado dos contratos del satélite científico Solar Orbiter, uno de ellos, el subsistema completo de antenas, es el mayor contrato en Espacio de su historia; en Aeronáutica y Vehículos sobresale el proyecto del *belly fairing* (carenado ventral) del A380, así como la participación en los modelos A350 XWB, A340/600 y en el superventas A320.

En Ingeniería Civil y Arquitectura algunos proyectos reseñables de SENER son la línea 9 del metro de Barcelona; los metros de Panamá, Bogotá, Chile, Orán, Argel, el metro ligero de Abu Dabi; el proyecto de la variante de Pajares, como parte de la futura línea de alta velocidad León- Asturias; el proyecto constructivo de la autopista de Transmontana en

Portugal o el proyecto de modernización del Hospital General de México.

En el sector de Energía y Procesos, SENER ha participado en más de veintiséis proyectos, entre ellos Gemasolar y Valle 1 y 2. SENER ha tenido y tiene una presencia destacada en el campo de las terminales de regasificación de gas natural licuado (GNL), como pueden ser las terminales de SAGGAS o de Gate terminal, esta última en Holanda, así como en el campo de Refino y Petroquímica, con destacada participación en el diseño de las principales refinerías españolas, y con proyectos de la envergadura de las plantas de Lexan I y II o Ultem para GE Plastics en Cartagena.

En ingeniería naval cabe destacar el desarrollo del Sistema FORAN, un software CAD/CAM para el diseño y concepción de buques que en la actualidad utilizan astilleros de países como China, Rusia, EE UU, Brasil, Italia, Francia y Reino Unido, entre otros. En la actualidad, tres astilleros británicos, BAE Submarines, BAE Surface Ships y Babcock Marine, diseñan y construyen con FORAN portaaviones de la clase 'Queen Elisabeth' para la Royal Navy. En ingeniería naval destaca, entre otros, el proyecto de reparación y modernización del rompehielos de la Armada Argentina 'Almirante Irizar'. Además, SENER ha desarrollado un sistema de realidad virtual para Navantia que consiste en una sala donde se presentan modelos virtuales de buques y *offshore*, que facilitan, a través de un entorno interactivo, la recreación de naves. □

Diseños de sistemas geométricos dinámicos en la biofisiocoquímica celular

FRANCISCO BRAVO ABAD

Profesor de Investigación CSIC

Dr. en Ciencias Químicas

INTRODUCCIÓN

Todo comenzó en el universo: el tiempo, el espacio, la materia. El tiempo que forma parte del orden del mundo, discurre inexorablemente en un solo sentido. Existe en la materia inerte como en los seres vivos con extraños relojes biológicos.

¿Cómo se formó el universo?, ¿cuál es su razón de ser? Un centenar de átomos, como orden en unión de numerosas partículas subatómicas, posibilita la creación de toda la materia visible del universo.

En condiciones normales el átomo se compone de un núcleo denso formado por partículas elementales, protones y neutrones, que a su vez están formados por partículas fundamentales llamadas quarks. El núcleo tiene el 99,9% de la materia del átomo, el cual está rodeado de una "nube" de electrones que ocupan un espacio cuyo radio es más de 10.000 veces el del núcleo. Un átomo típico tiene un diámetro de tres mil millonésimas de metro, o sea ($3 \cdot 10^{-9}$ m). Hoy se acepta que los átomos son entidades físicas reales y en condiciones biocinéticas tienen una extraordinaria turbulencia, moviéndose a velocidades de cientos de kilómetros por hora. Los átomos de la materia cambian de dirección por lo menos 100.000 millones de veces por segundo debido a las colisiones que sufren con sus vecinos.

Observaciones aparentemente triviales tienen la virtud de plantearnos aspectos básicos de la realidad. En 1827, fue descrito un movimiento incesante, errático, desordenado, al observar al microscopio una suspensión acuosa de granos de polen de unos 5 μ m de diámetro. Movimiento descrito también en coloides por R. Brown, en 1828. Este movimiento es la "eterna" danza de las moléculas, hecha visible, pues cada partícula coloidal se puede considerar una molécula gigante y su movimiento un proceso de difusión. En 1874 Carbonelle y Thirion, basándose en la teoría cinético-molecular de la materia lo atribuyeron a los impactos regulares de las moléculas circundantes del medio dispersante o disolvente. J. B. Perrin (1908) demostró que el movimiento browniano reunía las características previstas por la teoría cinética. Comprobó experimentalmente la explicación teórica de

Einstein (1905) al tiempo que conseguía estimar el tamaño de los átomos y moléculas, así como obtener uno de los primeros valores del número de Avogadro. El estudio de la materia ayudó a fijar las características de los átomos. Gracias además a los trabajos de Max V. Laue, W. Bragg y W. Bragg (Jr.) pudo conocerse la dimensión másica de los átomos, así como su disposición en el interior de los materiales. Las posibilidades combinatorias de los átomos son asombrosas. Como ejemplo tenemos el carbono. En sus dos formas cristalinas naturales: el grafito, de estructura laminar, una de las sustancias más blandas que existen y el diamante, la más dura, de estructura tetraédrica. R. Curl, H. Kroto y R. Smalley (1988) lograron construir un aparato para la síntesis de cantidades microscópicas de macromoléculas y moléculas complejas: los fullerenos, de 60 a 70 átomos de carbono que adoptan formas de icosaedro irregular con caras pentagonales y hexagonales. En este caso los átomos de carbono se hibridan de distinta manera y sus electrones se ubican en órbitas muy diferentes.

No hay átomos idénticos e indestructibles como figuras geométricas perfectas. Fosforescencia y radioactividad son manifestaciones energéticas diferentes de la profundidad del átomo. (En la creación todo es único e irrepetible: Hipótesis de la teoría de la información indeleble, F. Bravo).

Una de las conclusiones de la física actual en el conocimiento de la materia es que la materia se comporta de manera bien distinta a nuestras previsiones.

Según A. Einstein, uno de los más sobresalientes científicos de todos los tiempos, "el sentimiento religioso cósmico es el estímulo más fuerte y más noble para la investigación científica" de un mundo independiente de nosotros, enigmático y misterioso, pero accesible en parte al menos, a la inspección y al pensamiento. El quehacer científico aparece como paradigma, en el pensamiento, certero y sentencioso, de frases cortas, con "aquel algo más, que implícitamente añaden, sobre lo que literalmente significan".

¿Qué es en realidad "el pensar"? Es buscar conceptualmente. Ya que detrás de las cosas debe haber algo, esencial, profundamente oculto. La ciencia no impone nada, simplemente hace declaraciones veraces y adecuadas sobre su objeto. La física busca lo esencial, comprender los principios mediante los que opera el mundo. Pues

toda ciencia es física. La ciencia se enfrenta a un misterio permanente (M. Planck, E. Fermi, E. Rutherford, E. Witten, A. Einstein).

¿Por qué existe algo y no más bien nada? (Lucrecio, Leibniz)

Surge de la misma ciencia la imposibilidad de alcanzar la certeza absoluta. Una teoría no puede ser completa y consistente a la vez. Una explicación necesita siempre de otra explicación ulterior. Teorema de la incompletitud. Principio de incertidumbre. También la teoría de la relatividad marca un límite –la velocidad de la luz, c – para el flujo de cualquier señal portadora de información (Carnot, K. Popper, K. Gödel, A. Einstein) porque “todo es algo más”. El tiempo es en realidad: espacio, la gravedad es curvatura geométrica, la energía es en realidad masa (A. Einstein). El descubrimiento de la existencia de dualidades contradictorias y, sin embargo, complementarias (efecto túnel, teoría cuántica), que desafía al sentido común ante la imposibilidad de lo aparentemente imposible.

Algunos científicos asumen, sin complejos de inferioridad, al Dios oculto, como buscadores incansables de su huella y su presencia (Cicerón, Ghandi, Einstein, Weinberg, entre otros), evidenciado en frases como “Dios es sutil pero no malicioso” repetida, como una jaculatoria, en diversas ocasiones familiares y profesionales “¿Qué puede haber más interesante que el problema del Génesis? Pero, a veces, aparece un universo donde no hay mal ni bien, nada más que una indiferencia caótica e implacable” (S. Weinberg).

El debate sobre el principio antrópico, siempre estuvo presente al no poder ser refutado ni probado. Para crear vida, nuestro planeta, debe sintetizar un ADN estable, y los protones deben ser estables, como mínimo, durante cientos de millones de años. “Extraer la religión de la cabeza de la gente continua siendo el pasatiempo filosófico favorito. Vivimos en un mundo en el cual el 90 % de todas las cosas bellas se destruyen cuando aún están germinando (K. Gödel). Vivimos dentro de tantas bandas estrechas de zonas (*goldilocks*) que es posible que la vida inteligente de la Tierra sea la única de la galaxia e incluso del universo. Los científicos han reunido largas listas de estos “accidentes felices”. Si uno solo de ellos fuera alterado, las estrellas nunca se formarían, el ADN no existiría, la vida conocida sería imposible, el universo se desintegraría. “La inteligencia debe desarrollarse en el universo y nunca morirá” (Don Page). La muerte es la gran humillación del hombre, pero la inteligencia colectiva sobrevive. (Panpsiquismo).

La unificación consiste en unir dos cosas que se creían diferentes y reconocerlas como aspectos de una única realidad. La unificación altera profundamente el mundo

que nos rodea. A finales del siglo XVI, Giordano Bruno “unifica el Sol con las estrellas”. ¡El Sol es sólo una estrella más! Semejante “atrevimiento” le costó la vida porque las consecuencias se extienden a menudo más allá de la ciencia, permitiendo hipótesis que antes no podían ni imaginarse.

La biología anterior a Darwin y la posterior no eran la misma biología. Si todos los seres vivos tienen un ancestro común, deben estar hechos de forma similar. Somos de la misma “cosa”, pues toda la vida está compuesta de células: plantas, animales, hongos y bacterias, parecen muy diferentes entre sí, pero tan sólo son grupos de células distintas organizadas de maneras diferentes. Los procesos químicos que constituyen y aportan energía a esas células son los mismos en todo el mundo de los seres vivos.

La energía es la masa. El movimiento y el reposo son indiferenciables. La aceleración y la gravedad son lo mismo.

La idea esencial de la teoría de la relatividad general es que la gravitación constituye un efecto de la curvatura del continuo espacio-tiempo.

La mecánica cuántica (1920-1930) reveló que las ondas y las partículas son dos aspectos de la misma entidad subyacente. La Teoría General de la Relatividad y la teoría cuántica son antagónicas: la TGR es una teoría cósmica, de estrellas y galaxias, que se mantienen unidas en el continuo del espacio-tiempo, donde están impresos los diseños de cada especie e individuos, unidos por el tejido continuo del espacio-tiempo. Por el contrario, la teoría cuántica es una teoría del microcosmos donde las partículas subatómicas se mantienen unidas por fuerzas del tipo de partícula vibrando en el escenario estéril del espacio-tiempo.

Dos de los grandes descubrimientos de la física del siglo XIX fueron la conservación de la masa y la de la energía, es decir, la masa total y la energía total, de un sistema cerrado, tomadas por separado, no cambian.

En los dos últimos decenios del siglo XX se realizaron dos descubrimientos experimentales de gran calado científico y técnico: que los neutrones tienen masa y la existencia de una misteriosa energía “oscura” que domina el universo y que puede acelerar su expansión.

La teoría de cuerdas llamó poderosamente la atención porque pretendía describir lo grande y lo pequeño, es decir, la gravedad y las partículas elementales subatómicas, al postular que el mundo contiene dimensiones que no se han descubierto y muchas de las partículas elementales surgen de un ente único. El mundo está compuesto de

muchas más dimensiones, fuerzas y partículas que las descritas hasta el momento. La idea de que las partículas elementales no son partículas en forma de punto, sino vibraciones de cuerdas puede ser otra de esas escasas intuiciones que se dan en la ciencia.

G. B. Riemann vio que en la geometría euclidiana el espacio es tridimensional y además “plano” (en el cual la menor distancia entre dos puntos es la línea recta), pero resulta estéril cuando se compara con la rica realidad del mundo. Riemann desarrolló una imagen nueva del significado de “fuerza”. Desde Newton la fuerza se consideraba una interacción instantánea entre dos cuerpos lejanos (acción a distancia). Para Riemann “fuerza” es una consecuencia de la geometría, concluyendo que la electricidad, el magnetismo y la gravedad están causados por el arrugamiento y la distorsión de nuestro universo tridimensional en la cuarta dimensión. Pero la presencia de la materia afecta a la geometría del espacio, la cual no es plana sino como la superficie del océano, de un dinamismo extraordinario.

Al principio del big-bang la materia era muy densa y muy caliente y formaba una “papilla cósmica, una bola de fuego, de energía tan fuerte que las partículas no podían ser estables presentando una inhomogeneidad. Si el universo hubiese empezado de forma homogénea hubiese conservado su homogeneidad. El universo muestra una pauta de condensación de galaxias e incluso grandes cúmulos y enormes espacios vacíos.

Las moléculas de cualquier cuerpo, sea sólido, líquido o gaseoso se agita sin cesar a velocidades enormes en el aire frío y alcanzan 1500 km/hora. No podemos captar las vueltas que dan los electrones alrededor del núcleo de todos los átomos que constituyen el mundo inanimado y el vivo. Fenómeno esencial, que rige la organización de la materia. La materia viviente, aunque parece compleja, funciona con un número relativamente reducido de elementos esenciales. A partir de cinco elementos químicos, C, H, O, N y S, la naturaleza fabrica 20 aminoácidos, con los que construye las 2.000 proteínas que contienen un ser vivo elemental como una bacteria y el millón que tiene el hombre. En todos los seres vivos sólo existe un único modelo de molécula de la herencia el ADN.

Los fenómenos irreversibles podían ser el origen de la organización biológica. La vida expresa mejor algunas leyes de la naturaleza. La vida es el reino de lo no-lineal, de la autonomía del tiempo, de la multiplicidad de las estructuras. En el universo no-viviente los tiempos de la evolución son mucho más largos. ¿Qué diferencias hay entre la química orgánica y la química biológica? En la segunda, las moléculas, como la del ADN, tienen un pasado, una historia a través de la que se han constituido. La irreversibilidad del ambiente queda fijada en el orden

molecular del polímero. ¿Cómo se inscribe la materia en el espacio-tiempo? En definitiva esto es la vida.

La célula a partir de los monómeros respectivos forma cuatro clases de macromoléculas esenciales para la vida: carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Los dos últimos son informacionales con lenguajes químicos específicos. Lo inerte y lo vivo tienen la misma base física y química, desde este punto de vista, la vida como la materia sería universal. L. E. Boltzmann demostró, que en la naturaleza, los objetos tienden a desorganizarse “siempre”, unidireccionalmente, desde estados ordenados y poco probables hacia estados más desordenados que son los más probables y “nunca” en sentido contrario. El orden molecular no se incrementa nunca espontáneamente, si no que es necesaria la energía útil de información (diseños) para establecer un orden y construir un edificio.

Algunos elementos son muy abundantes (H, He, C), mientras otros muy raros (Au, U). ¿De qué depende la abundancia? Para transformar un elemento químico en otro hay que modificar la composición del núcleo y estas transformaciones nucleares necesitan energías que no se producen en ningún proceso natural en la Tierra. Por lo cual la Tierra tiene la misma composición química, más o menos, que hace 4.600 millones de años cuando se formó el sistema solar. ¿Hay en la materia viva modificaciones específicas en los orbitales por influencia de los núcleos? □

BIBLIOGRAFÍA

Los siguientes libros brindan diferentes aspectos como introducción al tema científico divulgativo, en aportaciones a la unificación entre lo “cuántico y lo gravitacional”:

- Alex Vilenkin. Muchos mundos en uno. Alba editorial. 2009.
- Arthur Koestler. Editorial Kairós SA. 1973.
- Brian Greene. El Universo elegante. Drakontos. Crítica. 2001.
- Frank Wilczek. La ligereza del ser. Drakontos. Crítica. 2009.
- Ilya Prigogine. Las leyes del caos. Drakontos. Crítica. 2008.
- Ilya Prigogine. El nacimiento del tiempo. Tusquets Ed. 1998.
- Lee Smolin. Las dudas de la física del siglo XXI Drakontos. Crítica. 2007.
- Michio Kaku. Hiperespacio. Drakontos. Crítica. 2009.
- Michio Kaku. Universos paralelos. Atalanta. 2008.
- Palle Yourgrau. Un mundo sin tiempo. Tusquets. Ed. 2007.

La transferencia de conocimiento y el rol de los científicos e investigadores: de la Investigación y Desarrollo a la Innovación real

JUAN CASTRO

Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Instituto de Ciencias de Patrimonio (CSIC – INCIPIT)

Santiago de Compostela

El profesor Nathan Rosenberg de la Universidad de Stanford (USA) es uno de los mayores expertos del mundo en políticas de innovación y la relación entre la investigación y la industria. A su paso por nuestro país en mayo del año 2005 durante unas conferencias realizadas en Madrid y Barcelona dejaba el siguiente titular “España va a sufrir mucho si no empieza a innovar”. Sin embargo, al tiempo que señalaba la evidencia de “no hay elección, se debe innovar”, vinculaba especialmente el esfuerzo innovador con la modificación de las políticas para facilitar la creación de empresas y la ayuda para encontrar la financiación privada. Esto es, el emprendimiento, como motor de la innovación antes que el incremento significativo de las inversiones públicas de la Unión Europea en Investigación y Desarrollo (I+D), ¿qué ha ocurrido desde entonces?

LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO

COMO MOTOR DE UNA ECONOMÍA

BASADA EN EL CONOCIMIENTO

Existe un consenso bastante generalizado respecto a la idea de que la I+D es pieza clave para evolucionar de la economía en crisis actual, intensiva en mano de obra con nivel medio-bajo de cualificación general (economía competitiva por costes); a un sistema basado en el conocimiento. Un modelo que se caracterice por el elevado valor añadido de sus productos y servicios. Esto es, una economía basada en el conocimiento según lo expuesto en la denominada “Agenda de Lisboa 2000” de la Comisión Europea y donde se identificaba el año 2010 como el horizonte para convertir a Europa en el espacio económico más dinámico y avanzado globalmente. El objetivo último se ha visto que dista aún mucho de ser alcanzado. Sin embargo, en la actualidad, dicho reto se ha actualizado y revalidado en marco de la estrategia Europa 2020¹.

Al abordar el análisis de la economía basada en el conocimiento y, en particular, la relevancia de la I+D, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE²) es una fuente de información primordial. La OCDE ha publicado diferentes trabajos de referencia entre los que destacan el “Manual de Frascati³”, considerado como el marco conceptual en el ámbito, y el “Manual de Oslo⁴”, que presenta una guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Particularmente destacable resulta el esfuerzo por identificar e impulsar nuevas fuentes de crecimiento en las economías modernas, señalando el capital basado en el conocimiento como un vector clave⁵.

Así pues parece claro que si la I+D y la Innovación (I+D+I) son factores clave para la superación de la actual crisis, todos aquellos involucrados en tareas relacionadas con la misma jugarán un importante papel. De ahí el interés en el modelo y las dinámicas existentes entre los diferentes procesos de producción y generación de conocimiento nuevo, su valorización y la transferencia efectiva y eficiente del mismo al sector productivo. Y ello puede suponer una redefinición del papel tanto de las organizaciones como de los individuos ¿en las mismas condiciones y con las mismas reglas de juego que hasta la fecha?

UNA VISIÓN RÁPIDA A LA INNOVACIÓN

EN ESPAÑA EN LAS ÚLTIMAS DÉCADAS

A lo largo de los últimos años importantes instituciones y centros de pensamiento han abordado de un modo serio y riguroso diferentes análisis tanto del estado de situación de la I+D en España, como avanzado diagnósticos de eminente profundidad y calado. Entre los más destacados, empleados como fuentes de información en este artículo, cabría destacar los generados por el Observatorio Español de I+D+I (ICONO⁶) de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT⁷), la Fundación para la Innovación Tecnológica (COTEC⁸) y la Fundación Conocimiento y Desarrollo (FCyD⁹). La mayor parte de los datos que emplean fueron aportados por la Red de Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación (RedOTRI¹⁰) de la Conferencia de Rectores de Universidades de España (CRUE) y el Instituto Nacional de Estadística (INE¹¹).

De los diferentes trabajos sobre la situación y evolución de la I+D en España podría, de un modo extremadamente simplificador, alcanzarse las siguientes conclusiones:

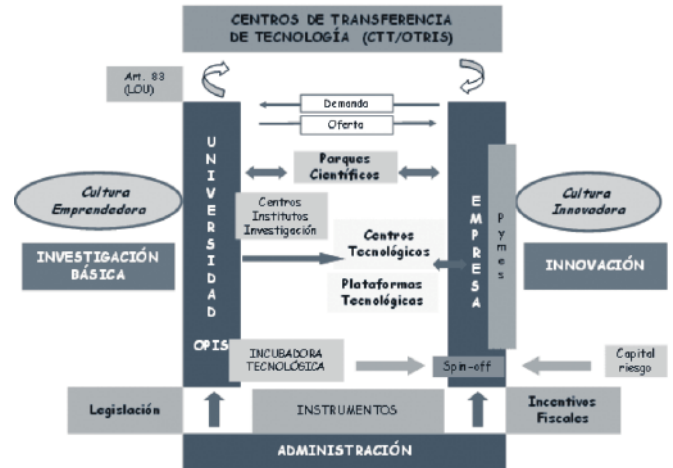
■ Existe un “ecosistema de la I+D+I” formado por las Administraciones Públicas, las instituciones de investigación (públicas y privadas), los centros y parques tecnológicos, las empresas y el capital relacionados estrechamente entre sí.

■ Se acepta como modelo de explicación de las relaciones entre los distintos actores del ecosistema de innovación el denominado “tripe Hélice¹²” (ver figura 1).

La “función transferencia de conocimiento” se incorpora como un elemento intrínseco a las tareas de las instituciones centradas en I+D. En particular, la Universidad¹³ lo incluye como “tercera misión” dentro de su visión (figura 2).

Se definen un conjunto de indicadores¹⁵ específicos para la medida y seguimiento de la función transferencia en las organizaciones generadoras de I+D entre los que destacan, siguiendo las definiciones y conceptos del “Manual de Frascati”:

- **Como indicadores de input.** Esto es, de capacidades e infraestructuras dedicadas al fomento y apoyo de la función transferencia:
 - **Gasto en I+D.** Total y desglosado por origen de los fondos.
 - **Personal en I+D,** medido en “Equivalentes de Dedicación Plena”, EDP.



Fuente, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Figura 1. Esquema de transferencia

- **Personal en transferencia (EDP)** con tales funciones.
 - **Como indicadores de output,** o de medición de los resultados obtenidos en el desempeño de la función transferencia.
 - **Contratación de I+D colaborativa,** en la que suele contemplarse la retención de derechos de propiedad industrial e intelectual por lo que los importes no reflejan el coste total. La fuente de financiación puede ser privada o pública. Tradicionalmente constituye

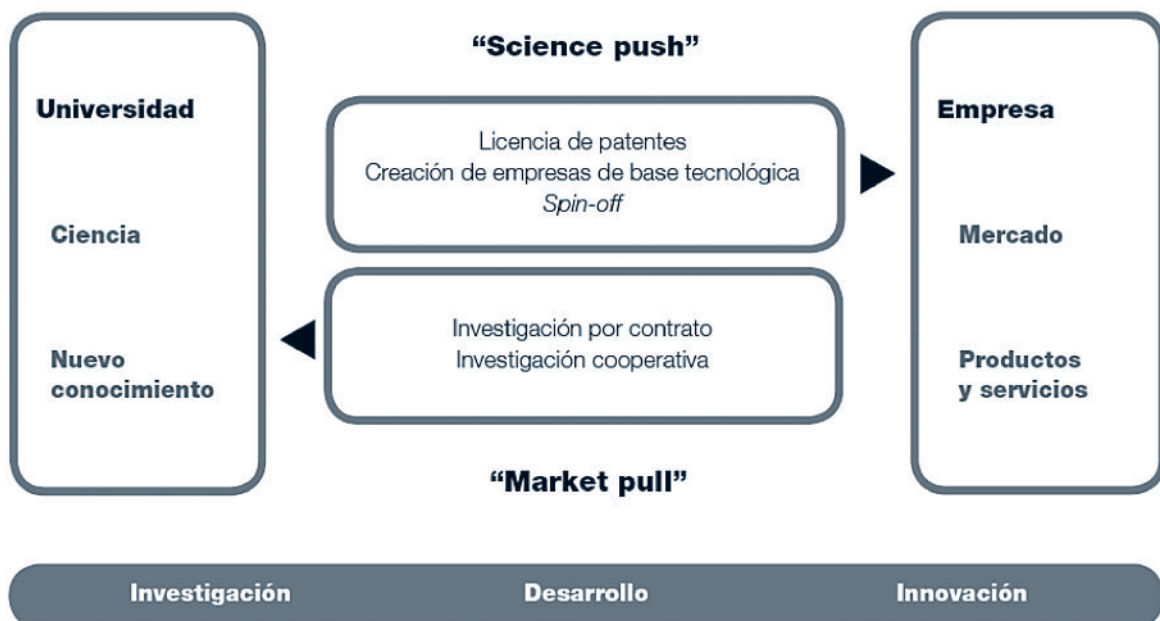


Figura 2. Principales modalidades de transferencia de conocimiento¹⁴

el primer escalón en la relación de la investigación con el sector productivo.

- **Contratación de actividades de I+D+I**, donde se destacaría la I+D bajo demanda, los estudios técnicos y de consultoría y los servicios. En línea con el nivel de relación entre el ámbito investigador y el productivo.
- **Solicitud de patente prioritaria y extensión PCT** (Patent Cooperation Treaty). Un paso más adelante en la concepción de los resultados de investigación como elementos de valor susceptibles de generar un rendimiento económico a partir de la patrimonialización del mismo en forma de un título de propiedad industrial según la normativa vigente.
- **Concesión de patentes** por parte de los diferentes organismos nacionales e internacionales. Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM¹⁶), Oficina Europea de Patentes (EPO¹⁷) y Oficina Estadounidense de Patentes (USPTO¹⁸) entre las principales. Se correspondería con la valoración positiva de la concepción del conocimiento como un activo por parte de la Administración y, por tanto, susceptible de generar un retorno económico cierto.
- **Número de licencias de patente, software y otros**. Constituye un paso más en la evolución de la generación de conocimiento a su conversión en valor económico.
- **Ingresos por patentes y licencias**. Se trata de la prueba definitiva de la transferencia efectiva del conocimiento.
- **Número de Spin Off** (Empresas de Base Tecnológica) creadas. La necesidad de avanzar en la maduración de los resultados de I+D en productos y servicios demandados por el mercado requiere, en no pocas ocasiones, de niveles de inversión de conocimiento y capital que no siempre están al alcance de las instituciones generadoras de I+D. En este aspecto el papel desempeñado por los propios investigadores en un rol nuevo de emprendedores, resulta determinante para la consecución de una transferencia eficaz. En dicho sentido debería de enmarcarse las palabras de Prof. N. Rosenberg comentadas al inicio.

Una característica fundamental de los anteriores indicadores de output es que muestran una gradación creciente en la intensidad de desarrollo de la “función transferencia” por parte de los investigadores.

Muchos de estos indicadores son empleados profusamente y tienen consecuencias reales en función de su valor y evolución. Por ejemplo, en la realización de los diferentes “contratos programa” que distintas organizaciones públicas de I+D y Administraciones Públicas (principalmente Universidades y Comunidades Autónomas). La convocatoria y valoración de los apoyos estatales en el marco de los

“Campus de Excelencia Internacional¹⁹” entre los años 2009 y 2011. En el estudio de la evolución, rendimiento y proyección de diferentes Universidades de España (por ejemplo, el Observatorio²⁰ de la Actividad Investigadora de la Alliance-4universities) o la concesión del denominado “sexenio campo 0” que reconoce la productividad²¹ del personal investigador en base a criterios no exclusivamente investigadores, sino de transferencia.

En cualquier caso, resulta igualmente necesario hacer una breve mención a la diferencia de “escala temporal” existente entre las iniciativas de fomento y apoyo de la I+D+I impulsadas desde los diferentes niveles de la Administración Pública y la obtención de resultados tangibles en el día a día. Mientras la primera escala se mide en “legislaturas”, la segunda escala se encuentra en “décadas”. Lamentablemente, este “desfase” de escalas supone no pocos cambios abruptos de orientación, incapacitando el asentamiento de un programa estable de inversión – producción – evaluación/rendición de cuentas que apoye el necesario cambio cultural.

LA SITUACIÓN ACTUAL

DE LA I+D EN ESPAÑA

Tal y como se comentó anteriormente, en diferentes trabajos y estudios se analiza de un modo detallado y profundo los principales resultados de I+D y de transferencia alcanzados en los últimos años. Dada la gran accesibilidad a éstos documentos a través de las páginas web de las diferentes organizaciones referenciadas, no entraremos a reiterar aquí muchos de los terrenos comunes ya conocidos. No obstante, a modo de relevante resumen de la actual situación, sirva la siguiente afirmación del Prof. Luis Sanz Menéndez²², director del Instituto de Políticas y Bienes Públicos (IPP) del CSIC, y presidente del Comité de Política Científica y Tecnológica de OCDE:

“El sistema español de I+D ha crecido. Sin embargo, aún perduran problemas estructurales. En primer lugar, su limitada internacionalización: las publicaciones científicas en colaboración con otros países apenas alcanzaron el 40% del total, claramente por debajo de otros países europeos; además, ninguna institución española se encuentra entre las 40 instituciones europeas que había obtenido más de 10 proyectos del Consejo Europeo de Investigación (ERC). En segundo lugar, la calidad de sus resultados es mejorable, por no mencionar el bajo nivel de patentes; España ocupa la novena posición del mundo por cantidad de trabajos científicos, sin embargo, en calidad (factor de impacto, porcentaje de trabajos entre los más citados, etcétera) descendemos al puesto veintitantos. En tercer lugar, la escasa orientación de los objetivos hacia los problemas y desafíos sociales y económicos: las agendas y la dirección de la investigación responden a una estructura de incentivos

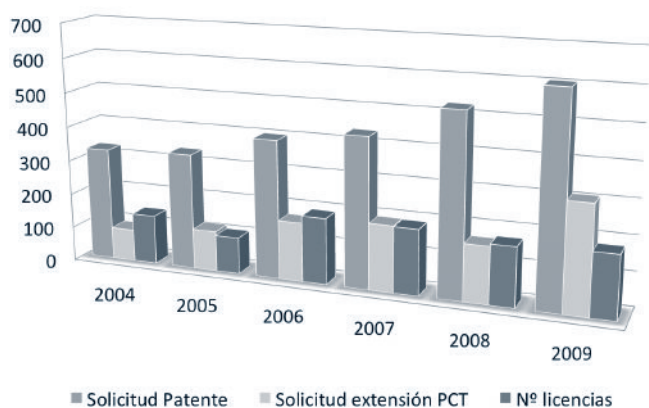


Figura 3. Evolución del número de patentes y de licencias. Memoria RedOTRI 2010

que se ajusta a la satisfacción de publicar los resultados de investigación, en el mejor de los casos en revistas internacionales de prestigio”.

Considerando la conversión de los resultados en I+D en propiedad industrial y su licencia como uno de los mejores ejemplos de transferencia (punto segundo anterior), a partir de los datos aportados por la última Memoria de RedOTRI disponible se pueden obtener una serie de resultados interesantes.

Por una parte, existe una lógica criba desde la solicitud de una patente, hasta su concesión, la solicitud de extensión internacional (PCT) y, finalmente, la licencia de la misma (ver figura 3). No obstante, al analizar la relación entre las variables mencionadas, se puede observar una relación de casi 3:1 entre solicitudes de patente y patentes efectivamente licenciadas.

Por otro lado, la comercialización de los resultados de I+D por la vía de la licencia de patentes (figura 4) supone la medida exacta de la valoración del mercado a dicho conocimiento.

Y, por último, la creación de nuevas empresas basadas en los resultados de I+D y conocimiento generado, las denominadas Spin-Off, como el máximo ejemplo de transferencia (figura 5).

En este punto, serían destacables una serie de reflexiones al considerar la realidad de las Spin Off tras la experiencia de la Unidad de Apoyo a la Creación de Empresas²³ en el CSIC desde su extinta sede en Santiago de Compostela:

■ Las Spin Off exitosas, o con mayor viabilidad, parten siempre de resultados de I+D excelentes. Se ha constatado

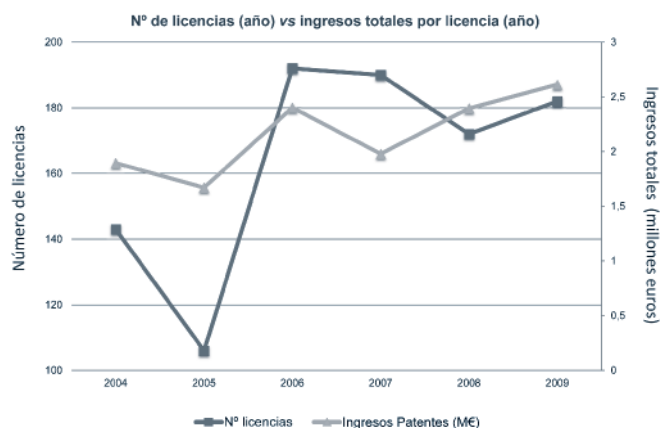


Figura 4. Evolución del número de licencias de patentes e ingresos. Memoria RedOTRI 2010

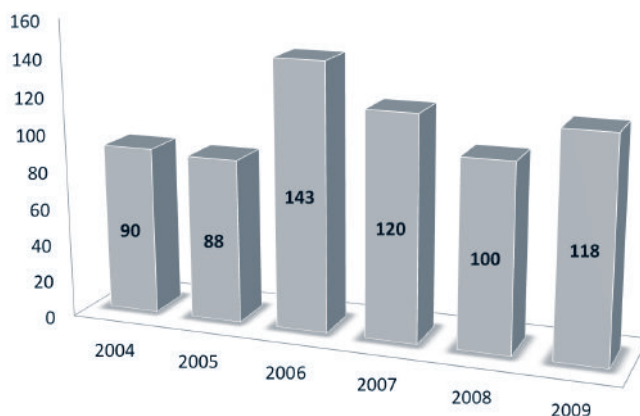


Figura 5. Evolución del número de Spin Off creadas por años. Memoria RedOTRI 2010

la existencia de una clara relación entre la elevada calidad de la investigación realizada por el grupo, la internacionalización de sus colaboraciones, y el éxito en la consecución de financiación de carácter competitivo a nivel nacional e internacional (tipo ERC, por ejemplo).

■ En promedio cada Spin Off creada por emprendedores científicos a partir de sus trabajos de I+D supone la licencia de 1,2 patentes propias. Pero, aún en el caso de sólo haberse realizado una licencia de patente por empresa constituida, éstas supondrían más del 58% del total de licencias al año con los datos públicos disponibles. Y, asumiendo el referido promedio de 1,2 licencias por empresas, el porcentaje se elevaría a un mínimo del 70% del conjunto.

■ Todas las Spin Off licenciatarias de patentes precisan de ulteriores servicios de I+D por parte de la institución titular

de las mismas, lo que supone contratación de I+D añadida, amén de una importante orientación a objetivos según lo expuesto por el Prof. L. Sanz Menéndez en la cita anterior.

■ La creación de Spin Off de origen en nuevos desarrollos y conocimientos es altamente intensiva en mano de obra cualificada. La absorción de personal con el grado de doctor es una de las características distintivas de las mismas y una clave del éxito cuando se encuentra correctamente equilibrado en el equipo con los correspondientes perfiles de gestión, marketing/ventas y producción principalmente.

■ A pesar de las dificultades económicas iniciales de las Spin Off, las instituciones titulares de las patentes poseen un control real sobre la utilización de éstas, lo que limita enormemente los costes de seguimiento y auditoría.

No obstante también existen ciertos riesgos, entre los que se pueden destacar:

■ La limitada profesionalización y experiencia del personal en las estructuras de ayuda y fomento al emprendimiento así como de la relación con proveedores privados. Salvo en contadas universidades y a pesar del enorme esfuerzo realizado hasta la fecha por parte de Administraciones e instituciones de I+D. Mayoritariamente son abordadas como elementos “administrativos”, antes que áreas de “desarrollo de negocio”, lo que dificulta enormemente la fijación de proyectos empresariales asimilables a mercado desde el origen. En puridad ¿tiene sentido interiorizar en las organizaciones de I+D este servicio o, por el contrario, a la luz de los resultados obtenidos hasta la fecha deberían abordarse alternativas de colaboración público – privada en el ámbito?

■ La falta de notorios casos de éxito hasta la fecha que permitan la visualización de los retornos generados tanto a los promotores, como a las instituciones titulares de la propiedad industrial, así como a los departamentos y grupos en los que desarrollan su trabajo los promotores científicos. Todo ello redundando en el mantenimiento de importantes barreras culturales como son el miedo al fracaso, la crítica e incompreensión de los colegas de institución, o el elevado coste de oportunidad en el desarrollo y promoción de una carrera científica/investigadora que en su carácter funcional está bien trazada y asentada.

■ La limitación de recursos con las que se inician las andaduras empresariales nuevas. Debido, en general, a las características de los planes de negocio (plan de empresa) con los que se decide crear las nuevas Spin Off, resulta muy complicado el complementar los equipos promotores científicos con gestores e inversores profesionales lo que, por otra parte, supone la constitución de las sociedades limitadas con el mínimo capital obligatorio fiándolo casi todo a la consecución de un improbable plan de subvenciones y ayudas públicas futuras. En general, y como una regla no

escrita comúnmente asumida, el 80% de los fracasos en las empresas viene determinado por problemas en la naturaleza del equipo promotor (ausencia de perfiles profesionales necesarios principalmente).

■ La restrictiva legislación y normativa que limita la implicación de los científicos emprendedores en las primeras fases de desarrollo de las Spin Off. Dificultad de solución compleja para las Instituciones públicas de investigación ante las lógicas exigencias de control (ex ante) y auditoría (post) de las Administraciones Públicas de tutela.

■ La necesaria incorporación real de la función “emprendimiento” a la estrategia de la dirección de las instituciones de I+D y su gestión diaria. Si bien es cierto que en los últimos años se ha introducido dicho concepto en los diferentes documentos del tipo “plan de actuación” / “plan estratégico”, no menos cierto es que no se consignan ni presupuestos específicos ni mecanismos de seguimiento vinculados a la consecución de los objetivos señalados más allá de complementos genéricos para los institutos/centros origen.

Por lo general, las OTRI de las instituciones de I+D intentan solventar las anteriores limitaciones con la dedicación de uno o dos técnicos (como media) financiados por programas ajenos a la institución y de origen público. Así pues, independientemente de la voluntad y ánimo de los mismos, la capacidad de contar con personal con experiencia empresarial real, con conocimientos de organización, mercado o financieros específicos, es muy pobre. Además, en general, la dependencia orgánica de las OTRI y su dirección por personal investigador en origen (y con un más que probable retorno futuro tras su paso por dicha dirección), supone una dificultad añadida a la hora de contar con la interlocución necesaria en el mundo empresarial y financiero. Esta situación genera una importante percepción de desamparo institucional por parte de los potenciales emprendedores puesto que, desde la propuesta de la idea hasta la consecución exitosa de una hipotética empresa, dentro de su propia organización van a sentir que se encuentran en una sucesiva carrera de obstáculos en la que difícilmente podrán contar con alguna guía más allá de los programas/concursos de ideas empresariales.

A lo largo del periodo de funcionamiento de la Unidad de Apoyo a la Creación de Empresas en el CSIC (2006 – 2012), el ratio entre el número de proyectos de futura empresa puestos en marcha, y de empresas finalmente creadas es de 5:1, al igual que el de ideas detectadas y propuestas de proyecto. Así pues, el ratio entre ideas y empresas constituidas es 25:1. Por tanto, la consecución de una masa crítica de propuestas/proyectos resulta fundamental a la hora de considerar el abordar la prestación de servicios profesionales de apoyo y fomento del emprendimiento. Esto es, posiblemente estemos ante un área susceptible de colaboración estrecha entre diferentes instituciones de I+D. Bien a través

de la constitución de plataformas colaborativas de carácter geográfico (autonomías...), bien de carácter sectorial (Patrimonio, biotecnología...).

CONCLUSIÓN: LA INNOVACIÓN

Y EL EMPRENDIMIENTO COMO MOTORES

DE LA I+D

Retomando ahora nuevamente las afirmaciones iniciales de Prof. N. Rosenberg referidas a la necesidad de innovar y el papel de emprendimiento, de la experiencia de los últimos años en transferencia de conocimiento, cabe considerar que la función transferencia es ya una sólida realidad asentada en la cultura investigadora. Sin embargo, el impulso definitivo para la innovación real que cierre de una vez definitivamente la brecha entre la investigación pública y el sector productivo, pasa muy probablemente por el fomento real del emprendimiento.

Las inversiones de los últimos años han traído un importante desarrollo de las estructuras de I+D, con la creación de múltiples centros, departamentos, institutos y plazas de personal. Recursos y facilidades que ahora, en una importante depresión de la inversión pública, deben ser mantenidas y desarrolladas con un elevado coste en gasto corriente. Y ello, considerando igualmente la rápida velocidad de obsolescencia de muchas de las infraestructuras tecnológicas adquiridas en los últimos tiempos. Infraestructuras tecnológicas que son clave en la capacidad y potencialidad de publicación de resultados científicos que han puesto a España en el nivel actual.

Como se comentaba en el inicio, podemos estar no tanto ante un problema centrado en el esfuerzo inversor en I+D (que también), sino ante un cambio de modelo en la tarea de investigar tal y como lo hemos conocido hasta ahora. Un nuevo modelo en el que la necesidad de cofinanciar una parte de los costes de estructura de I+D será determinante a la hora de gestionar las organizaciones públicas de investigación²⁴ y la determinación de las estrategias futuras de país²⁵. De ser así, la función transferencia y el "emprendimiento" supondrán una de las claves para transitar en el cambio entre el actual modelo en crisis y otro nuevo de mayor complejidad y capacidad. Un modelo en línea con las indicaciones²⁶ del "Informe de la Comisión de Expertos Internacionales de la EU2015 (Audacia para llegar lejos: universidades fuertes para la España del mañana)" entre otras señaladas en los últimos tiempos. Un modelo en el que cada uno de los partícipes, científicos incluidos, deberá moverse de sus actuales posiciones y adentrarse en un nuevo paradigma en el que la innovación y el emprendimiento podrían resumirse como²⁷:

$$I + D + I = \epsilon = \text{Emprendimiento}$$

REFERENCIAS / BIBLIOGRAFÍA

- 1 http://ec.europa.eu/europe2020/index_en.htm
- 2 www.oecd.org
- 3 http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/frascati-manual-2002_9789264199040-en (Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development)
- 4 http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/manual-de-oslo_9789264065659-es;jsessionid=hf0a3xmicjq2.epsilon
- 5 <http://www.oecd.org/sti/innovationinsciencetechnologyandindustry/newsourcesofgrowthknowledge-basedcapital.htm>
- 6 <http://icono.fecyt.es>
- 7 www.fecyt.es
- 8 www.cotec.es
- 9 www.fundacioncyd.org
- 10 www.redotriuniversidades.net
- 11 www.ine.es
- 12 Loet Leydesdorff, Henry Etzkowitz "The Triple Helix as a model for innovation studies", *Science and Public Policy* 25(3) (1998) 195-203.
- 13 Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, (Art. 1.d)
- 14 F. Solé Parellada, J. Berbegal Mirabent. "La tercera misión de las Universidades: La generación de conocimiento y su difusión, la valorización, la transferencia y el compromiso con la sociedad". *Fundación Conocimiento y Desarrollo. Informe CyD 2011*(pág. 305)
- 15 "Indicadores en Transferencia de Conocimiento". Cuadernos técnicos RedOTRI. Cuaderno Nº 15. Abril 2010
- 16 www.oepm.es
- 17 www.epo.org
- 18 www.uspto.gov
- 19 <http://www.educacion.gob.es/campus-excelencia/2011/2011-subprograma-excelencia.html>
- 20 www.alliance4universities.eu
- 21 Resolución de 23 de noviembre de 2010. Ministerio de Educación. BOE Nº 297 de 7 de diciembre.
- 22 <http://elcomentario.tv/reggio/recortes-y-reformas-en-investigacion-de-luis-sanz-menendez-en-el-pais/03/04/2012/>
- 23 <http://ebt.ott.csic.es>
- 24 OECD (2011), *Public Research Institutions: Mapping Sector Trends*, OECD Publishing
- 25 <http://www.idi.mineco.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0?vgnextoid=72cfb53b972e4210VgnVCM1000001d04140aRCRD>
- 26 <http://www.educacion.gob.es/dctm/ministerio/horizontales/prensa/documentos/2011/10/informe-finaleu2015?documentId=0901e72b80f610c2>
- 27 "Emprendimiento y transferencia de conocimiento". Colección *Transfiere UDC*. Juan Castro. Editorial Netbiblo (2012)

Las patentes de invención como medio para la promoción y registro de los resultados científico-tecnológicos de investigación

JOSÉ LUIS DÍAZ HERNÁNDEZ¹, JOSÉ M^a MIRANDA HERNÁNDEZ² Y PEDRO JOSÉ SÁNCHEZ-SOTO³

¹ IFAPA, Camino de Purchil s/n, Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, Apartado 2027, 18080 Granada, e-mail: josel.diaz@juntadeandalucia.es

² Sociedad Ibérica de Construcciones Eléctricas S.A. (SICE), Delegación Sur, Ctra. de la Esclusa, 15, Polígono ZAL, Edificio Centro de Negocios, 41011 Sevilla, e-mail: jm.miranda@movistar.es

³ Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla (ICMS), centro mixto CSIC-US, Centro de Investigaciones Científicas Isla de La Cartuja (icCartuja) de Sevilla, c/Américo Vespucio 49, 41092 Sevilla, e-mail: pedroji@icmse.csic.es

RESUMEN

Las nuevas condiciones globalizadas de producción y comercialización exigen de las empresas, y en general de la sociedad, un esfuerzo en la aplicación de recursos a la creatividad, a la investigación científica y tecnológica, y a la innovación. Las inversiones de cada empresa han de recibir garantías del ordenamiento jurídico nacional o supranacional para que el retorno del capital revierta primariamente en la empresa inversora. Por otra parte, las asignaciones presupuestarias de las administraciones en materia de investigación deben ejecutarse en condiciones de transparencia y de eficacia en el logro de los objetivos marcados.

En este artículo se describen las características de las patentes y de otras formas de propiedad industrial, que pueden resultar una protección suficiente para muchos científicos y tecnólogos que consiguen unos resultados susceptibles de invención, además de aquéllos que desarrollan su labor en empresas. En España se detecta, en general, una escasa información sobre las posibilidades de protección de los resultados de investigaciones científicas y tecnológicas mediante registro de la propiedad industrial. Esto supone un freno a la innovación por falta de confianza en estas inversiones.

Se revisan las entidades nacionales y supranacionales de registro de las diversas formas de propiedad industrial. Además, se muestra la evolución histórica del registro de patentes en diversos países y, por último, se indica el ranking de países que en la actualidad presentan mayor dinamismo en esta actividad.

ABSTRACT

New globalised conditions of production and marketing require business, and society as a whole, to apply their resources to creativity, scientific and technological research and innovation. A company's investments must be provided with guarantees by national or international legal systems that return on capital will primarily revert to the investing company. In addition, public administrations' budgetary allocations for research should be used with transparency and efficacy in order to achieve the chosen goals.

In this article, we describe the characteristics of patents and other forms of industrial property that can provide sufficient protection for many scientists and technologists with results of interest to be protected as inventions, besides those working at the enterprises. In Spain, in general, little information is generally available on the possibilities of protecting technology by means of the industrial property registry, which represents an obstacle for innovation, due to lack of confidence in such investments.

It is reviewed the National and International registry entities for the various types of industrial property. Likewise, it is described the historical evolution of patents registration in different countries, giving a ranking of the most dynamic countries at the present involved in this activity.

1. INTRODUCCIÓN: PATENTES DE INVENCIÓN, TITULARIDAD, TIPOS Y DERECHOS

Las nuevas condiciones globalizadas de producción y comercialización exigen de las empresas, y en general de la sociedad, un esfuerzo en la aplicación de recursos a la creatividad, a la investigación científica y tecnológica y a la innovación. Las inversiones de cada empresa han de recibir garantías del ordenamiento jurídico nacional o supranacional para que el retorno del capital revierta primariamente en la empresa inversora. Por otra parte, las asignaciones presupuestarias de las administraciones en materia de investigación, deben ejecutarse en condiciones de transparencia y de eficacia en el logro de los objetivos marcados.



Figura 1. Colector solar cilindro-parabólico, ejemplo de invención.

En España se detecta, en general, una escasa información sobre las posibilidades de protección de los resultados de investigaciones científicas y tecnológicas mediante registro de la propiedad industrial. Esto supone un freno a la innovación, por falta de confianza en estas inversiones.

En este artículo se describen las características de las patentes y de otras formas de propiedad industrial, que pueden resultar una protección suficiente para muchos científicos y tecnólogos que consiguen en sus laboratorios unos resultados que pueden ser susceptibles de invención, además de aquéllos que desarrollan su labor en las empresas. Se revisan las entidades nacionales y supranacionales de registro de las diversas formas de propiedad industrial. Asimismo, se muestra la evolución histórica del registro de patentes en diversos países y, por último, se indica la clasificación de países que en la actualidad presentan mayor dinamismo en esta actividad.

1.1. Definición de patente de invención

Una *patente* es un conjunto de derechos exclusivos concedidos a un inventor por un Estado, o una entidad supranacional, para la explotación en ciertas condiciones de una *invención* durante un período limitado de tiempo a cambio de la posterior comercialización y divulgación de la misma. La patente es un derecho negativo, es decir, permite al titular impedir que un tercero haga uso de la tecnología patentada con fines comerciales o de lucro. El titular de la

patente es el único que puede hacer uso de esa tecnología o autorizar a terceros la implementación de la misma en las condiciones que el titular fije.

Así pues, las patentes establecen un monopolio sobre la tecnología patentada por un tiempo limitado que, según las regulaciones actuales, es de veinte años. Después de la caducidad de la patente, cualquier persona puede hacer uso de esa tecnología. La invención pasa por lo tanto al dominio público. El titular de una patente puede ser una o varias personas, nacionales o extranjeras, físicas o jurídicas, combinadas de la manera especificada en la solicitud, en el porcentaje que se mencione.

Los derechos de las patentes quedan en el ámbito de la denominada *propiedad intelectual*. De forma análoga a la propiedad inmobiliaria, los derechos de propiedad intelectual se pueden transferir por actos inter vivos o por vía sucesoria, pudiendo: arrendarse, licenciarse, venderse, permutarse o heredarse. Las patentes pueden también ser valoradas, para estimar el importe económico aproximado que debe pagarse por ellas.

Según su objeto, se distinguen *dos tipos* de patentes: *patentes de producto*, aquellas cuyo fin consiste en un objeto material nuevo y diferente de los que ya existían en el mercado antes de la nueva explotación, y *patentes de procedimiento*, aquellas cuyo fin es un nuevo y diferente procedimiento para la obtención de una cosa material ya reconocida anteriormente.

1.2. Definición de invención

Se considera invención toda creación humana que permita transformar la materia o la energía que existe en la naturaleza, para su aprovechamiento por el hombre y la satisfacción de sus necesidades concretas. Al inventar, se descubre una cosa nueva o no conocida, o una nueva forma de hacer algo. Sin embargo, no todas las invenciones se pueden patentar. Así, para que una invención sea patentable debe ser una creación *nueva*, resultado de una actividad inventiva y *susceptible de aplicación industrial* o también para aplicaciones personales. En los siguientes apartados se apreciará todo ello con más detenimiento.

1.3. Creaciones que no se consideran invención

Para completar la definición de invención expuesta en el punto 1.2, seguidamente se indican una serie de creaciones intelectuales que *no se consideran invención*:

- Los principios teóricos o científicos.
- Los descubrimientos que consistan en dar a conocer o revelar algo que ya existía en la naturaleza, aún cuando anteriormente fuese desconocido para el hombre.
- Los planes, esquemas, reglas y métodos para realizar valoraciones mentales, los juegos o aplicaciones económico-comerciales y los métodos matemáticos.
- Los programas y aplicaciones informáticas.
- Las formas de presentación de la información.
- Las creaciones estéticas y las obras artísticas o literarias.
- Los métodos de tratamiento quirúrgico, terapéutico o de diagnóstico, aplicables al cuerpo humano y los relativos a animales.
- Tampoco se considera invención la yuxtaposición de invenciones conocidas, salvo que se trate de una combinación de tal manera que no puedan funcionar separadamente, o que las cualidades o funciones características de las mismas sean modificadas para obtener un resultado industrial.

Las anteriores creaciones, por no ser invención, no pueden ser patentadas.

1.4. Restricciones para ser objeto de patente

Ciertas materias o tecnologías tienen restricciones para ser objeto de patentes, aunque de momento no hay un criterio internacionalmente aceptado. En numerosos países se considera que *no es posible patentar* ciertos procesos o productos, como sigue:

- Los procesos, esencialmente biológicos, para la producción, reproducción y/o propagación de plantas y animales.
- El material biológico y genético tal como se encuentra en la naturaleza.
- Las razas animales.

- El cuerpo humano y las partes vivas que lo componen.
- Las variedades vegetales y minerales.

Sin embargo, en algunos países (por ejemplo, EE.UU. y Japón) sí es posible patentar material biológico como genes y proteínas.

2. FORMAS DE REGISTRO Y PROTECCIÓN

DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

DISTINTAS DE LAS PATENTES

2.1. Modelos de utilidad

La figura del *modelo de utilidad* nació en Alemania en 1891 para cubrir el vacío legal existente respecto a las "pequeñas invenciones", que no alcanzaban todos los requisitos de patentabilidad, pero que tenían un valor económico indiscutible. Con diversas denominaciones, esta figura jurídica está actualmente recogida en la legislación de más de 30 países [1]. Los modelos de utilidad, al igual que las patentes, consisten en un "derecho a impedir" y también son derechos territoriales; sin embargo, presentan diferencias [2].

Para conceder un modelo de utilidad *no se exige el requisito de novedad mundial*, sino que basta con que el invento tenga novedad nacional para ser concedido, por lo que los modelos de utilidad suelen ser inventos de menor rango inventivo que las patentes. Por lo general, los modelos de utilidad son objetos que presentan una función diferente o ventajas en cuanto a su utilidad, como resultado de una modificación en la disposición, estructura o forma de las partes que lo componen.

Los modelos de utilidad, para ser concedidos, no necesitan de un "Informe sobre el estado de la técnica" como las patentes, sino que se conceden de forma inmediata, y sólo se hace una búsqueda del estado de la técnica en caso de que haya que ejercer el derecho, o cuando el solicitante del modelo de utilidad lo requiere (pagando las tasas correspondientes).

Otra diferencia entre las patentes y los modelos de utilidad es que las patentes se conceden por veinte años y los modelos de utilidad se conceden por un tiempo de diez años [1, 2]. En cada país tienen sus títulos de propiedad industrial, y no todos los países conceden modelos de utilidad. En el ámbito de la UE no hay reconocimiento comunitario de los modelos de utilidad, ya que no todos los países asociados los reconocen. Los países miembros de la UE con reconocimiento nacional de los modelos de utilidad son sólo 18: Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Dinamarca, Eslovaquia, **España**, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Países Bajos, Polonia, Portugal y la República Checa.

2.2. Diseños industriales

Son creaciones de formas. La apariencia exterior de un objeto tiene un impacto esencial sobre el carácter distintivo y el valor de los productos. Consecuentemente, las organizaciones optan cada vez más por proteger sus derechos sobre los diseños, efectuando su registro. El diseño o la forma de un producto pueden ser sinónimos de la imagen de una empresa y convertirse en un activo con valor económico creciente. Si no se solicita la protección, otros pueden aprovecharse de sus inversiones.

En España los diseños están regulados mediante la Ley 20/2003 de 7 de julio de protección jurídica del diseño industrial.

2.3. Marcas y nombres comerciales

Se trata de signos distintivos de la identidad corporativa empresarial, que se pueden registrar mediante la concesión de títulos de propiedad industrial. Pueden ser marcas, palabras o combinaciones de palabras, imágenes, figuras, símbolos, gráficos, letras, cifras e incluso formas tridimensionales (envoltorios o envases). Una marca identifica el origen de los productos y servicios de una empresa, y de esta forma logra una diferenciación con respecto a sus competidores. Las entidades de registro de marcas y nombres comerciales impulsan la circulación y el intercambio de bienes y servicios mediante la difusión de la información de los signos distintivos registrados.

2.4. Topografía de productos semiconductores

Es la modalidad de propiedad industrial de más reciente aparición y se refiere a los circuitos integrados electrónicos. Protegen el esquema de trazado de las distintas capas y elementos que componen el circuito integrado, su disposición tridimensional y sus interconexiones, lo que en definitiva constituye su "topografía".

2.5. Dibujos y modelos comunitarios (Unión Europea)

Otra forma de propiedad industrial es la constituida por dibujos o modelos. Un dibujo o modelo es la apariencia exterior de un producto o de una parte del mismo, que se compone de las líneas, contornos, colores, forma, textura, materiales y/o su ornamentación. Se entiende por producto cualquier artículo industrial o artesanal, incluidos los embalajes, símbolos gráficos y caracteres tipográficos, con exclusión de los programas informáticos.

El objetivo de todos los derechos de propiedad industrial es proteger la creatividad de las empresas y los particulares. Sin embargo, hay diferencias entre los dibujos o modelos y otras formas de propiedad indus-

trial. Los dibujos y modelos sólo abarcan la apariencia de los productos. No pueden proteger la función de los mismos.

Las patentes protegen la función, el funcionamiento o la construcción de una invención. Para poderse patentar, una función debe ser innovadora, tener una aplicación industrial y describirse de forma tal que sea posible reproducir el proceso. Los titulares de derechos sobre dibujos o modelos pueden elegir entre diversas vías nacionales e internacionales de registro. Desde 2003, la Comisión Europea a través de la **Oficina de Armonización del Mercado Interior (OAMI)**, situada en Alicante, gestiona el registro del dibujo o modelo comunitario. Mediante una única solicitud, y una vez comprobados los requisitos, esta Agencia facilita un registro de dibujo o modelo comunitario con validez en los 27 Estados miembros de la Unión Europea [3].

Hasta la fecha, se han registrado alrededor de 400.000 dibujos o modelos en esta Agencia de la Unión Europea, cifra que aumenta a razón de unos 80.000 por año. Registrar un dibujo o modelo comunitario en la OAMI es barato, rápido y sencillo: más del 40% de los dibujos y modelos se registran actualmente en el plazo de una semana.

3. ENTIDADES DE REGISTRO DE PATENTES

NACIONALES, EUROPEAS Y MUNDIALES

3.1. La Oficina Española de Patentes y Marcas

La Oficina Española de Patentes y Marcas (**OEPM**) es un Organismo Autónomo del Ministerio de Industria, Energía y Turismo que impulsa y apoya el desarrollo tecnológico y económico, otorgando protección jurídica a las distintas modalidades de propiedad industrial mediante la concesión de patentes y modelos de utilidad, diseños industriales, marcas y nombres comerciales, y títulos de protección de las topografías de productos semiconductores ya mencionados. Además, la **OEPM** difunde la información relativa a las diferentes formas de protección de la propiedad industrial [4].

En el plano internacional, la Oficina Española de Patentes y Marcas es la encargada de representar a España en los distintos foros y organizaciones internacionales que se encargan de la propiedad industrial e intelectual. Los objetivos fundamentales de la **OEPM** son:

- Proteger y fomentar la *actividad de creación e innovación tecnológica* en nuestro país, concediendo los diversos títulos de propiedad industrial tras el examen de las solicitudes correspondientes.

- Ofrecer servicios de información tecnológica basados en la información de las distintas *modalidades de propiedad industrial* concedidas por la **OEPM** y por otras oficinas extranjeras.
- Transmitir información que *oriente la actividad investigadora* a través del mantenimiento de fondos documentales y bases de datos que permiten un acceso rápido y sencillo al estado actual de la técnica mundial en cualquier sector.

La legislación sobre patentes tiene desde su origen un carácter básicamente nacional, y las patentes nacionales fueron las primeras que aparecieron. Actualmente, las patentes en España están reguladas por la Ley 11/1986 de 20 de marzo de patentes de invención y modelos de utilidad [2, 4]. Sin perjuicio de lo anterior, también desde el origen de estas legislaciones, se advirtió la necesidad de una armonización internacional. Así, el 20 de marzo de 1883, se firmó el Convenio de la Unión de París para la protección de la propiedad intelectual. Este Convenio ha sido durante décadas un referente en la regulación internacional de los derechos de propiedad, que ha sido completado en fechas más recientes con el **acuerdo TRIPS** (*Trade-Related aspects of Intellectual Property rights*), también conocido por sus siglas en español, **ADPIC** (Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio), firmado el 15 de abril de 1994.

Sin embargo, estos convenios no proporcionan legislación y tribunales internacionales. Subyace la legislación propia de cada país y, en caso de que surjan problemas, son los tribunales nacionales los que han de resolver. Por otra parte, tampoco hay una equivalencia y analogía completa entre los derechos de propiedad industrial protegidos en los sistemas nacionales de registro y los derechos protegidos en los sistemas de registro de carácter supranacional.

3.2. La patente europea (European patent)

Las patentes en Europa están basadas en dos sistemas: la patente nacional y la patente europea. Ninguna de las dos tiene una legislación comunitaria detrás, en realidad porque la patente europea es un registro europeo, pero ajeno a la Unión Europea [5]. La patente europea se basa en el Convenio sobre la Patente Europea (Convenio de Munich) de 1973. Este Convenio permite la tramitación única de una solicitud de patente y concede derechos en tantos países adheridos al Convenio como lo desee el solicitante. Esto dota de una gran flexibilidad. El Convenio de Munich, suscrito inicialmente en el año 1973 por 16 naciones europeas, en la actualidad cuenta con la adhesión de 38 países: los 27 de la Unión Europea y 11 países más: Albania, Croacia, Islandia, Liechtenstein, Macedonia, Mónaco, Noruega, San Marino, Serbia, Suiza y Turquía.



Figura 2.
Logo de la Oficina Europea de Patentes con los tres idiomas oficiales.

El trámite de solicitud de una Patente Europea se realiza ante la Oficina Europea de Patentes (**EPO** por sus siglas en inglés), que desde su origen dispuso de varias sedes: la principal en Munich, y otras auxiliares en La Haya y Berlín que, a comienzos de la década de los 90, se completaron con otra sede en Viena y una oficina reducida en Bruselas para gestionar las relaciones con la Comisión Europea.

La Oficina Europea de Patentes es la segunda organización europea de mayor envergadura, con 6.800 empleados entre las cinco sedes. En la sede de Munich trabajan 3.700 personas, y la expansión de la **EPO** ha ayudado a hacer de esta ciudad la capital europea de las patentes. En Munich se han instalado alrededor de 900 bufetes de abogados especializados en patentes. La EPO dispone de financiación propia mediante los ingresos por tasas, que cubren todos los gastos de operación y capital. Una **solicitud de patente** ante la Oficina Europea de Patentes ha de ser redactada en alguno de los tres idiomas oficiales de la EPO: inglés, francés y alemán. Aunque solo se admitan estos idiomas, el castellano debería incluirse también porque es un idioma de extensión y relevancia a nivel mundial.

En el año 2010, el número de solicitudes de patentes cursadas ante la EPO alcanzó niveles históricos. Según la Oficina Europea de Patentes, las 235.000 solicitudes recibidas en 2010, incluyendo las de Patente Europea junto a las de Patente Internacional, constituyen una cifra excepcional, que supone un incremento del 11% con respecto a 2009. En torno al 39% de dichas solicitudes procedían de los 38 Estados miembros de la **EPO**, el 26% de Estados Unidos, el 18% de Japón mientras que China y Corea del Sur se repartían cada una un 5%.

El Convenio sobre la Patente Europea o Convenio de Munich, base legislativa de la Oficina Europea de Patentes, nunca ha proporcionado un tribunal a nivel europeo sino que son los tribunales nacionales los que resuelven los problemas que surjan. Además, nada impide a los diferentes tribunales dirimir de forma distinta las solicitudes que se les hagan. Una solicitud de Patente Europea puede adicionalmente derivarse como una solicitud de Patente Internacional, que puede dar lugar a patentes en múltiples países de todo el mundo firmantes del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (*Patent Cooperation Treaty*). Se trata del conocido como procedimiento **PCT**. El procedimiento PCT puede continuar hacia una solicitud de patente nacional o bien hacia una solicitud europea ante la Oficina Europea de Patentes.

3.3. Entidades mundiales de registro de patentes

El sistema de organizaciones de las Naciones Unidas dispone de un organismo especializado en desarrollar un sistema de propiedad intelectual (PI) internacional que sea equilibrado y accesible, recompense la creatividad, estimule la innovación y contribuya al desarrollo económico, salvaguardando a la vez el interés público. Se trata de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (**OMPI**, **WIPO** en inglés), con sede en la ciudad suiza de Ginebra [6]. Se estableció en 1967 en virtud del Convenio de la **OMPI**, con el mandato de los Estados signatarios de fomentar la protección de la propiedad intelectual en todo el mundo mediante la cooperación de los Estados y la colaboración con otras organizaciones internacionales. Las *metas estratégicas* [6] de la **OMPI** han sido objeto de revisión y ampliación con el paso de los años.

La **OMPI** presta numerosos servicios, siendo quizás el más destacado la tramitación de la Protección por Patente a escala Internacional, mediante el sistema del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (*Patent Cooperation Treaty*), o procedimiento **PCT**, referido anteriormente en el apartado 3.2. Este Tratado fue concertado en 1970, enmendado en 1979 y modificado en 1984 y posteriormente en 2001 [6].

El procedimiento **PCT** permite solicitar protección por patente para una invención simultáneamente en un gran número de países, mediante la presentación de una única solicitud internacional y en una única oficina de patentes. Puede presentar una solicitud de esa índole toda persona nacional o residente de un Estado adherido al procedimiento **PCT**. La solicitud se presenta generalmente ante la

oficina nacional de patentes del país del que el solicitante es nacional o residente o, a elección del solicitante, ante la Oficina Internacional de la **OMPI** en Ginebra.

Si el solicitante es nacional o residente de un Estado adherido al procedimiento **PCT** que también lo está al Convenio sobre la Patente Europea, la solicitud internacional se puede presentar ante la Oficina Europea de Patentes (**EPO**). El procedimiento **PCT** ofrece grandes ventajas, ya que:

- Se aplazan los principales costes relacionados con la protección internacional por patente.
- Se proporciona información valiosa sobre la posible patentabilidad de la invención.
- Los trámites son fáciles y seguros haciendo uso del programa de presentación electrónica de la **OMPI**.

4. LA OFICINA DE ARMONIZACIÓN

DEL MERCADO INTERIOR DE LA UNIÓN

EUROPEA EN ESPAÑA (ALICANTE)

La Oficina de Armonización del Mercado Interior (**OAMI**) es la oficina oficial de marcas, dibujos y modelos de la Unión Europea (figura 3). La **OAMI** registra marcas y, por otra parte, dibujos y modelos comunitarios, ambos componentes esenciales del mercado único europeo. Estos registros ofrecen protección a marcas, dibujos y modelos en toda la Unión Europea, que cuenta con 27 Estados miembros y una población que ronda los 500 millones de personas. La Oficina también trabaja en estrecha colaboración con las Oficinas Nacionales de propiedad industrial de los Estados miembros de la UE, con las principales Oficinas de propie-



Figura 3. Sede de la OAMI, Oficina de Armonización del Mercado Interior de la UE, en Alicante.

dad industrial de fuera de la UE, así como con la OMPI, en una amplia gama de asuntos que afectan a los titulares y usuarios de derechos de propiedad intelectual.

La OAMI es una agencia europea sin ánimo de lucro, situada en Alicante. La inversión de la Oficina en herramientas de e-business le permite trabajar con empresas de todo el mundo a través de internet. En su calidad de agencia europea, la OAMI está bajo la supervisión de la Comisión Europea, pero goza de autonomía jurídica, administrativa y financiera. Tiene una plantilla aproximada de 700 empleados y unos ingresos anuales que superan los 180 millones de euros.

5. PROCEDIMIENTO PARA REGISTRAR

UN DIBUJO COMUNITARIO

En el apartado 2.5 se han introducido las características de un dibujo y de un modelo comunitario como forma de propiedad industrial, registrada en la Oficina de Armonización del Mercado Interior (OAMI). Un dibujo o modelo comunitario registrado es válido en toda la Unión Europea, no existiendo la posibilidad de limitar el ámbito geográfico de protección sólo a determinados Estados miembros. Los dibujos y modelos comunitarios registrados tienen una duración inicial de cinco años a partir de la fecha de presentación y pueden renovarse por periodos de cinco años hasta un máximo de 25 años. Los titulares de dibujos y modelos registrados tienen derechos exclusivos para usarlos y para impedir su uso por terceros en cualquier país de la Unión Europea. Gozan de protección frente a la copia deliberada y frente a la elaboración independiente de un dibujo o modelo similar. Tales derechos comprenden, en concreto, la fabricación, la oferta, la puesta en el mercado, la importación, la exportación o la utilización de un producto en el que se encuentre incorporado el dibujo o modelo, o al que éste se haya aplicado, así como el almacenamiento del producto con los fines antes citados.

El registro de dibujos y modelos comunitarios se realiza mediante un procedimiento simple, como se describe a continuación:

- Una única solicitud.
- Una única lengua de presentación.
- Un único centro administrativo.
- Un único expediente que gestionar.
- Un único pago.
- La posibilidad de presentar solicitudes múltiples (es decir, de incluir varios dibujos y modelos en una única solicitud, por ejemplo, una serie completa de productos similares).
- La posibilidad de mantener la confidencialidad del dibujo o modelo durante un plazo máximo de 30 meses.

Durante el examen, se comprueba que las solicitudes cumplen las formalidades necesarias, es decir, no se evalúa su novedad. Para hacer valer sus derechos en caso de infracción, el titular de un dibujo o modelo comunitario registrado puede adoptar las medidas establecidas expresamente para el caso de litigios en materia de infracción y validez de los dibujos y modelos comunitarios en el Reglamento de Dibujos Comunitarios (sección 2 del Título IX), en concreto:

- Acciones ante los tribunales de dibujos y modelos creados con arreglo al Reglamento de Dibujos Comunitarios.
- Presentación de solicitudes de intervención a las autoridades aduaneras. Este procedimiento administrativo permite al titular de un dibujo o modelo comunitario registrado solicitar a las autoridades aduaneras de la UE que retengan los productos presuntamente falsificados hasta la resolución del tribunal.

En la página web de la OAMI, <http://oami.europa.eu>, está disponible para consulta una base de datos de dibujos y modelos comunitarios registrados, tanto de aquéllos con protección vigente como de aquéllos con protección expirada.

La presentación de las solicitudes de registro de dibujos y modelos comunitarios ante la OAMI se realiza de forma electrónica mediante el servicio e-filing, que facilita el proceso, a la vez que lo dota de mayor rapidez y seguridad. Con este servicio electrónico, el registro de algunas solicitudes es casi inmediato, recibiendo una confirmación del número de registro. Además, las tasas se pueden pagar mediante tarjeta de crédito. La figura 4 esquematiza el proceso de registro de dibujos y modelos en la OAMI.

Hay que distinguir tres tipos de tasas para el registro de un dibujo o modelo comunitario: de registro, de publicación y de aplazamiento. El importe concreto que se debe abonar en cada caso depende de dos factores: 1) que la solicitud comprenda un dibujo o modelo, o sea una solicitud múltiple; 2) que se vaya a aplazar o no la publicación de los dibujos o modelos.

Con objeto de dar una orientación sobre el importe de las tasas, para el caso de una solicitud de dibujo o modelo único, sin aplazamiento de la publicación, y en el año 2012, la cantidad a pagar sería: a) por "Tasa de registro", la cantidad de 230 €; b) por "Tasa de publicación", la cantidad de 120 €. En total, pues, la cantidad de 350 €.

Si el dibujo se registra, pero se aplaza la publicación, se paga inicialmente la tasa de registro y una tasa de aplazamiento de 40 € (en el año 2012); posteriormente, como requisito previo a la publicación, se pagará la tasa de publicación.

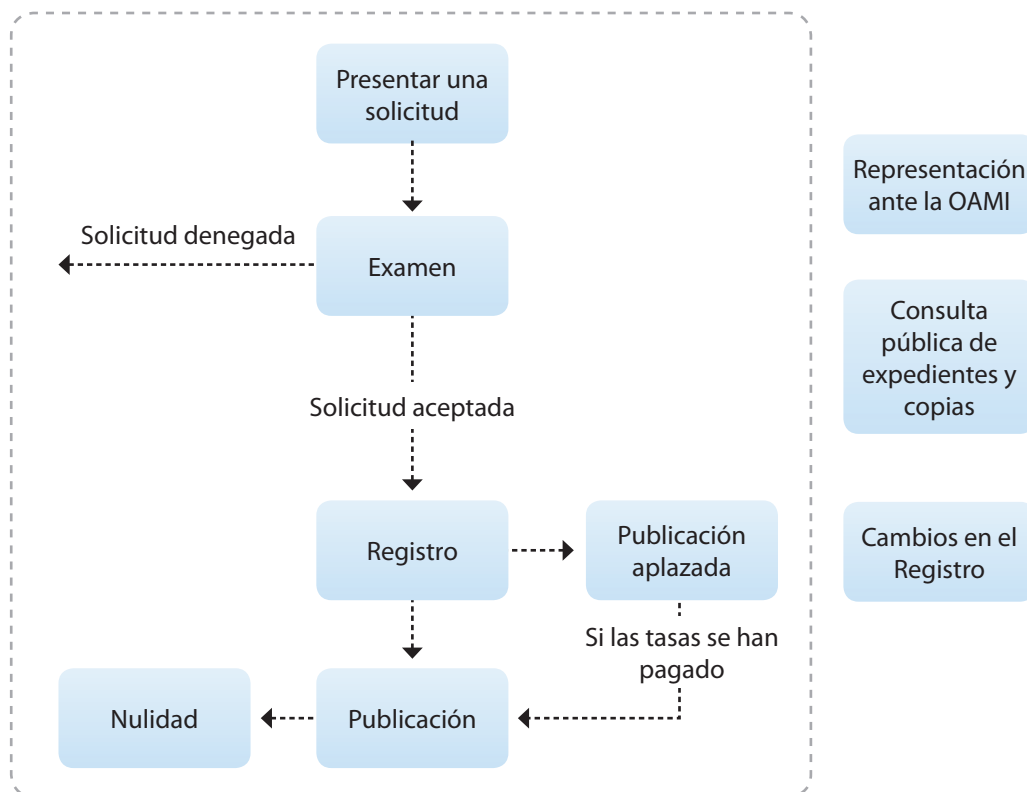


Figura 4. Esquema general del proceso de registro de dibujos y modelos en la OAMI

6. EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE PATENTES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS: CLASIFICACION DE PAÍSES QUE PATENTAN

6.1. Evolución del número de solicitudes de patentes en las oficinas nacionales

La figura 5 muestra la evolución de las solicitudes de patentes por oficina nacional de patentes de varios países en un amplio periodo histórico, desde 1883 hasta 2010 [7]. Hay que señalar que el número de solicitudes reflejado en la figura 5 incluye tanto las solicitudes de registro nacional efectuadas por residentes en un país, como las efectuadas por no residentes en dicho país. Se puede comentar que destaca el liderazgo de los EEUU de América del Norte en la mayor parte de este periodo. La idea de propiedad intelectual y de patente estuvo muy presente en los líderes de la independencia de los EEUU, desde Benjamin Franklin hasta George Washington, y llama la atención el hecho de que esta materia fuera uno de los primeros aspectos regulados por ley en este país. Entre los países europeos, Alemania es el más destacado en cuanto a solicitudes de patentes en este periodo. Se observa una caída en el número de solicitudes nacionales de patentes en los países de Europa a partir de la década de los 80, a la vez que crecen

de forma importante las solicitudes de Patente Europea, que conviven con las patentes nacionales.

Las solicitudes de Patente Europea han experimentado un crecimiento muy importante desde su implantación práctica en la década de los 80 del pasado siglo, hasta alcanzar los 150.961 en el año 2010. En buena medida, las solicitudes de Patente Europea ante la EPO están sustituyendo a las solicitudes de patente nacional en las oficinas de algunos países europeos.

A partir de la Segunda Guerra Mundial, es espectacular la actividad de solicitud de patentes desarrollada en Japón, que en la década de los 70 del pasado siglo superó a los EEUU, quedando ambos países en dura pugna en la primera década de este siglo XXI, en ambos casos en un nivel muy superior al resto de países.

Desde la apertura de China a la economía de libre mercado en la década de los 90, el crecimiento del número de solicitudes de patentes en esta nación ha sido muy importante, siendo en la actualidad el segundo país del mundo por número de solicitudes. No obstante, hay que señalar que entre estas solicitudes de patente, alrededor de un 30% corresponde a empresas "no residentes en China". El enorme tamaño de este mercado atrae el interés de empresas

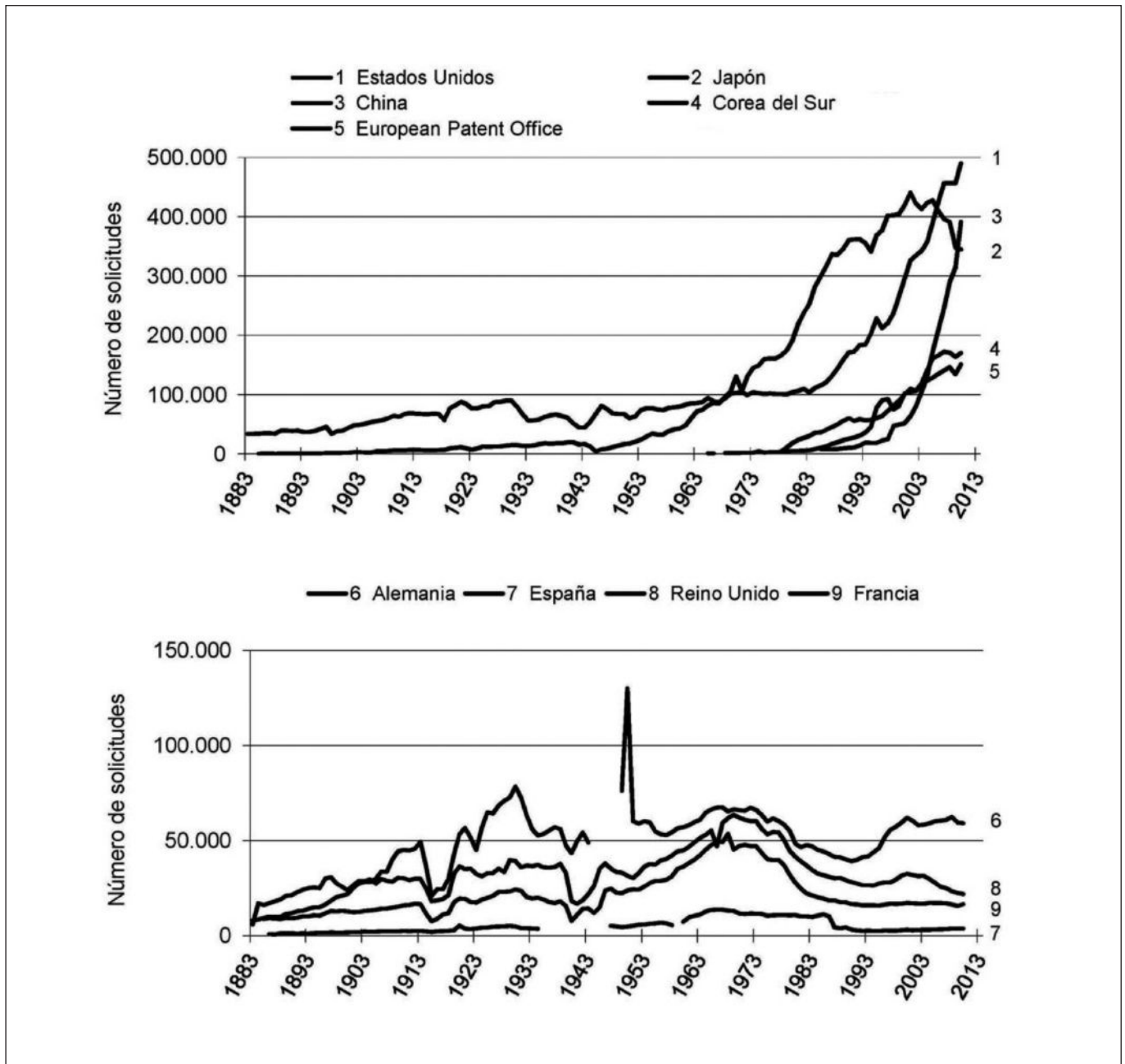


Figura 5. Evolución del número de solicitudes de patentes por oficina nacional de patentes en el periodo 1883-2007.

Fuente: *World Intellectual Property Indicators 2011*, WIPO.

extranjeras por garantizar la exclusividad de derechos de producción y distribución en este país.

Los datos de solicitudes de patentes en España reflejan un tradicional desinterés por esta actividad. En las décadas de los 60 y los 70 se desarrolló mayor actividad de solicitud de patentes, pero posteriormente volvió a decaer, presentando en la actualidad unos niveles apreciablemente bajos en relación con la población del país. La estadística del año 2011 [8, 9] muestra que, por comunidades autónomas, la región más productiva en cuanto a patentes es **Madrid** con 718 solicitudes de patentes de invención, un descenso del 9% respecto al 2010 [8]. Le sigue **Cataluña** con 625 y un 0,4% menos. La tercera es **Andalucía**, que solicitó 477 patentes, siendo un

5,1% más que el año anterior. Este aumento contrasta con una caída del 4% registrada en el conjunto nacional [8].

No obstante, se observa una cierta tendencia a realizar un mayor número de solicitudes de patentes por científicos y tecnólogos en Organismos Públicos de investigación, como el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), y las Universidades. En cuanto a la Transferencia de Conocimiento en la Agencia Estatal CSIC, este Organismo Público de Investigación pretende acercar “las capacidades científicas y los logros tecnológicos a todos los sectores socio-económicos a escala nacional e internacional (empresas, organismos públicos, fundaciones privadas y públicas, etc.)”, siendo el principal objetivo “lograr que la investiga-

ción que realiza el CSIC se transforme en bienestar social, económico y cultural” [10].

6.2. Clasificación de países que patentan

La actividad de desarrollo de patentes en un país requiere el empleo de varios criterios para ser cuantificada. Es de interés conocer el número total de solicitudes de patente generadas por las empresas de cada país, tanto si son presentadas en la oficina nacional como si se presentan en el extranjero. Dado que entre la solicitud de una patente y la concesión de la misma transcurren varios años, también es de interés conocer el número total de patentes otorgadas a las empresas de cada país, tanto si son otorgadas por la oficina nacional, como si lo son por las extranjeras.

Las patentes tienen una vigencia de veinte años; por tanto, la actividad en este ámbito en un país debe mantener una vitalidad notable; en otro caso el número de patentes decae. Por esta razón, un tercer criterio de valoración es el número total de patentes en vigor en la oficina nacional de patentes en un cierto año. Según estos tres criterios, la figura 6 indica los diez países más destacados en la actividad de desarrollo de patentes [7]. En todos los casos los datos corresponden al año 2008.

En la figura 6 destacan varios aspectos. Uno de ellos es la notable diferencia entre el número de solicitudes de patente y el número de patentes otorgadas. Por lo general, el número de patentes otorgadas está entre un 40% y un 50% del número de solicitudes de patente.

Como caso particular se encuentra China, en donde el número de patentes otorgadas es un 25% del número de solicitudes presentadas. Esto no es debido a un mayor rechazo a las solicitudes chinas en las oficinas de patentes, sino al desfase de varios años entre la solicitud y la conce-

sión. El número de solicitudes de patente presentadas por empresas chinas ha crecido mucho en los últimos años, y las concesiones del año 2008 corresponden a las solicitudes de años atrás, que eran bastante inferiores.

Considerando de forma agregada los tres criterios reflejados en la figura 6, los tres países más importantes en la actividad de realización de patentes en el año 2008 son por este orden, **Japón, EEUU y Corea del Sur**, con la salvedad de que EEUU presenta un número de patentes en vigor notablemente mayor que Japón. En cuarto lugar como país desarrollador de patentes está **Alemania**, el principal país en cuanto a patentes de Europa. En quinto lugar se encuentra **China**, que aunque tiene una mayor relevancia en cuanto a solicitudes en el año 2008, no presenta aún un número de patentes en vigor tan destacado, dada su tardía incorporación a los sistemas de registro de la propiedad industrial. En sexto y séptimo lugar están dos países europeos, por este orden, **Francia y Reino Unido**. Desde la incorporación de **Rusia** a la economía de libre mercado en la década de los 90, este país ha experimentado un crecimiento importante de la actividad en patentes, ocupando el octavo lugar.

Finalmente, es de destacar la notable actividad en cuanto a patentes de **Suiza**, un país relativamente pequeño de unos 7.000.000 de habitantes, que ocupa la novena posición en este ranking mundial de actividad en 2008. También destaca la actividad en patentes de los **Países Bajos**. Los datos disponibles para **España** en ese año concreto (2008) muestran un valor de 3.783 en cuanto a solicitudes de patentes de invención [9].

7. CONSIDERACIONES FINALES

A lo largo de este artículo, se han expuesto las principales características de las patentes de invención, sus res-

Posición	País	Nº de solicitudes 2008	Posición	País	Nº de patentes otorgadas 2008	Posición	País	Nº de patentes en vigor 2008
1	● Japón	502.054	1	● Japón	239.388	1	■ Estados Unidos	1.872.872
2	■ Estados Unidos	400.769	2	■ Estados Unidos	146.871	2	● Japón	1.270.367
3	■ China	203.481	3	☉ Corea del Sur	79.652	3	☉ Corea del Sur	624.419
4	☉ Corea del Sur	172.342	4	■ Alemania	53.752	4	■ Alemania	509.879
5	■ Alemania	135.748	5	■ China	48.814	5	■ Francia	439.075
6	■ Francia	47.597	6	■ Francia	25.535	6	■ Reino Unido	410.936
7	■ Reino Unido	42.296	7	■ Rusia	22.870	7	■ China	337.215
8	■ Rusia	29.176	8	■ Italia	12.789	8	■ Rusia	147.067
9	■ Suiza	26.640	9	■ Reino Unido	12.162	9	■ Canadá	129.347
10	■ Países Bajos	25.927	10	■ Suiza	11.291	10	■ Suecia	124.187

Figura 6. Clasificación de los 10 países más destacados en el desarrollo de patentes.

Fuente: *World Intellectual Property Indicators 2011, WIPO*

tricciones y formas de registro y protección de la propiedad industrial. También se han descrito las entidades de registro nacionales, europeas y mundiales, las Patentes Europeas y extensiones PCT, así como los procedimientos a seguir, exponiendo la evolución del número de patentes en los últimos años y la clasificación ordenada de los países que patentan. La consideración y el respeto por la propiedad industrial es una característica que, en nuestra época, se da en las sociedades más desarrolladas y en las economías más potentes del mundo. Es un síntoma de desarrollo científico y tecnológico, de innovación y de presencia de una sociedad del conocimiento, hacia la que deben orientarse todas las economías que pretendan crecer.

La reserva de derechos de propiedad industrial a favor de un titular, compensa al mismo de los esfuerzos profesionales, económicos y de diversa índole que ha debido realizar para lograr una invención. Ninguna meta se alcanza sin esfuerzo.

Por otra parte, las invenciones también son positivas para la sociedad, porque transcurrido un cierto tiempo esa tecnología queda liberada y pasa a dominio público. Los diversos sistemas de registro de la propiedad industrial, además del servicio que prestan a los titulares de derechos (inventores, con lo que impulsan la actividad de otros inventores), tienen una utilidad enorme en cuanto depositarios de la información sobre el estado de la técnica, facilitando el seguimiento y consulta de la misma en sus bases de datos de productos y procesos tecnológicos. El sistema de patentes genera una cierta "colonización tecnológica" a nivel internacional, pero hay que reconocer la necesidad de compensar las inversiones realizadas en los países desarrolladores. Por otra parte, la vigencia de las patentes es temporal, y cualquier país puede orientar su economía hacia el fomento de la innovación. Los casos de Japón, de Corea del Sur y de otros países del sureste asiático son ilustrativos del éxito en este sentido.

En el momento actual, se ha creado en España el Ministerio de Economía y Competitividad donde se centra la I+D+i y que es uno de los más importantes para conseguir salir de este periodo de crisis que, circunstancialmente, es la coyuntura real de esta época. Según declaraciones del propio Ministro en el Congreso de los Diputados (21 de febrero de 2012), "... vamos a hacer de la I+D+i la base del futuro desarrollo de la economía española (...) y aprovechar el capital humano que tenemos y desarrollar la carrera investigadora" [11]. Por ejemplo, como dato de interés a destacar de una reciente jornada sobre la Ciencia española ante los recortes presupuestarios [12], se espera que el estatuto de la "Agencia Estatal de Investigación" se apruebe en el mes de junio de este mismo año. □

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la financiación realizada al grupo de investigación TEP 204 por parte de la Junta de Andalucía (Con-

sejería de Innovación, Ciencia y Empresa) y al Proyecto de Investigación MAT2011-22981, estando además cofinanciado con fondos FEDER.

REFERENCIAS

- VAREA SANZ, M. (1996): *El modelo de utilidad: régimen jurídico*, Aranzadi, Madrid. P. 668. ISBN 84-8193-391-0.
- Boletín Oficial del Estado (1986): LEY 11/1986 de 20 de marzo, de patentes de invención y modelos de utilidad (BOE del 26-3-1986, nº 73, p. 11188-208), Madrid.
- OAMI (Oficina de Armonización del Mercado Interior de la Unión Europea. Marcas, dibujos y modelos). Avenida de Europa 4.- E-03008 Alicante, España.
<http://oami.europa.eu>
- OEPM (Oficina Española de Patentes y Marcas). Paseo Castellana, 75.- E-28046 Madrid, España. <http://www.oepm.es/>
OEPM: «Preguntas frecuentes»
http://www.oepm.es/es/propiedad_industrial/preguntas_frecuentes/index.html
- European Patent Office: Headquarters. Erhardtstraße, 27.- D-80469 Munich, Alemania.
<http://www.epo.org>
- OMPI / WIPO (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual) Chemin des Colombettes, 34.- CH-1211 Ginebra 20, Suiza.
WIPO: «Preguntas frecuentes»
http://www.wipo.int/patentscope/es/patents_faq.html
WIPO: ¿Dónde pueden obtenerse modelos de utilidad?
http://www.wipo.int/sme/es/ip_business/utility_models/where.htm
- WIPO (World Intellectual Property Organization, 2011): *World Intellectual Property Indicators 2011*, Economics and Statistics Division, Ginebra, Suiza. P. 148. ISBN 978-92-805-2152-8 <http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/patents/>
- ABC de Sevilla: "La crisis no frena la creación andaluza de patentes, que sube un 5%. (Andalucía) Fue la tercera comunidad autónoma más activa tras Madrid y Cataluña", por E.F. Sección Economía, pág. 57, 12 de abril de 2012. www.abcdesevilla.es/economia
- Bases de datos de la OEPM (Oficina Española de Patentes y Marcas): Unidad de Apoyo Dirección General. Servicio de Estadística y Estudios. Solicitudes de patentes nacionales por año y por origen al 31/03/2012. Fecha de consulta 03/04/2012. www.oepm.es
- Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC): Vicepresidencia Adjunta de Transferencia de Conocimiento, www.csic.es/web/guest/presentaciontc
- Documento "Carta Abierta por la Ciencia en España, 2012", <http://www.investigaciondigna.es/wordpress>
- Europa Press, Política Social, epsocial, viernes 23 de marzo de 2012, II Jornada sobre la Ciencia Española ante los recortes presupuestarios. <http://www.europapress.es/epsocial/politica-social/noticia-pp-adelante-recorte-investigacion>

¿Cuánto cuesta descubrir y desarrollar un fármaco en el mercado?

DANIEL I. PÉREZ

Instituto de Química Médica - CSIC (IQM-CSIC).

1. INTRODUCCIÓN

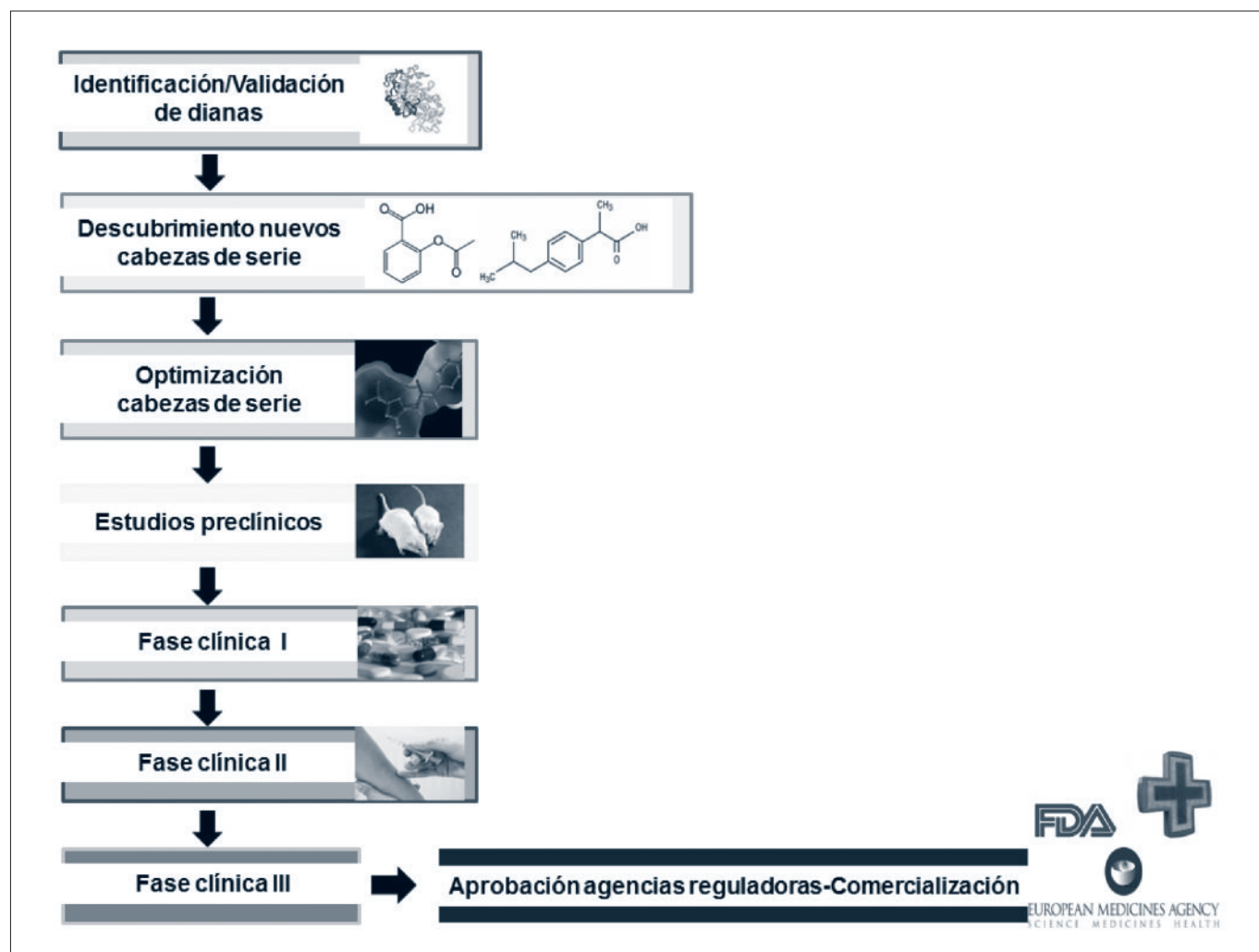
En los últimos años, menos de la mitad de nuevas moléculas han sido aprobados por parte de las distintas agencias regulatorias si lo comparamos con los últimos cinco años.¹ Así en el año 2007, únicamente 19 nuevas entidades moleculares o principios activos (sustancias químicas, biológicas y radiofármacos no disponibles anteriormente para uso terapéutico en humanos), fueron aprobados por la agencia regulatoria americana *Food and Drug Administration* (FDA), el número más bajo desde 1983. Mientras que en el 2008, 21 fueron las moléculas aprobadas aunque únicamente seis, fueron desarrolladas por las grandes

industrias farmacéuticas. Este número bajo de moléculas aprobadas por la FDA, contrasta con los 53 nuevos compuestos que fueron aprobados en 1996.² El coste medio que supone comercializar una nueva entidad molecular en el mercado se estima que es aproximadamente de 1.8 billones de dólares.³

2. ETAPAS EN EL DESCUBRIMIENTO

Y DESARROLLO DE UN FÁRMACO

El proceso de descubrimiento de un nuevo fármaco consta de varias etapas (esquema 1) que se recogen a continuación y que ayudarán a entender los principales obstáculos que debe superar dicho compuesto para poder ser comercializado.⁴



Esquema 1.- Etapas en el descubrimiento, desarrollo y comercialización de un fármaco.

2.1. Identificación y validación de dianas

Identificar cuales son las dianas terapéuticas implicadas en el proceso patológico de la enfermedad. Por ejemplo cuales son las proteínas que no ejercen su función principal o que la realizan de una manera anómala en una enfermedad. El aumento del conocimiento sobre la biología del cuerpo humano, nos permitirá conocer diferentes vías moleculares para desarrollar diferentes tratamientos.

2.2. Detección de "Hits" o nuevos cabezas de serie

Evaluación de distintas moléculas pequeñas sobre la diana o proteína deseada con el fin de encontrar nuevos candidatos o bien el diseño de los mismos a partir de una diana conocida. Si se conoce la estructura de la proteína en estudio, es posible identificar cuales son los posibles sitios de unión para identificar nuevos cabezas de serie que cumplan ciertos requisitos estructurales que favorezcan su interacción con la proteína.

2.3. Optimización de los cabezas de serie-preparación principio activo

Se realizan distintas modificaciones químicas en las estructuras de los cabezas de serie, con el fin de mejorar las propiedades tipo fármaco de estos compuestos (solubilidad, absorción, etc). Una vez realizados estos estudios se selecciona al mejor o a los mejores candidatos para continuar su desarrollo.

También en esta fase, se estudian y definen los diferentes procesos para la producción del principio activo a escala industrial. Se controla todos y cada una de las posibles variables del proceso de fabricación, se identifica y cuantifican las pequeñas impurezas que lo acompañen. Se evalúa la estabilidad del principio activo a distintas temperaturas y grados de humedad con el fin de poder determinar la posible fecha de caducidad del mismo.

Por otra parte, comienzan los trabajos de desarrollo en tecnología farmacéutica para desarrollar el compuesto que será administrado comercialmente en forma de comprimidos, parche, inyectables, etc. De manera análoga, se determina la estabilidad del medicamento en las distintas formas en las que se haya preparado para evitar posibles interacciones del fármaco con el plástico o aluminio entre otros de los envases comerciales que estarán disponibles en la farmacia.

2.4.- Estudios preclínicos de seguridad y eficacia

Se realizan distintos estudios de tipo toxicológico y farmacológico utilizando distintos modelos *in vitro* o *in vivo* para determinar el perfil inicial de seguridad de los candidatos seleccionados.

Estos estudios se llevan a cabo en distintos tipos de células humanas y microbianas cultivadas en el laboratorio, junto con el estudio del compuesto en distintas especies de animales, una roedor y otra no roedor. Normalmente se emplean ratas y perros, aunque pueden utilizarse otras como monos, mini-cerdos, etc. Lo que se pretende en esta etapa es valorar la eficacia del fármaco a diferentes dosis y observar las reacciones adversas y ver qué órganos son los más afectados por el mismo. El compuesto se administra a los animales de la misma manera que se realizará posteriormente en humanos. Con estos estudios se permite determinar si el compuesto podrá causar algún tipo de daño en los humanos. Por ejemplo para un estudio de 15 días en humanos, hay que llevar a cabo un estudio de 28 días en animales, y si se quiere diseñar un estudio de seis meses con pacientes, tendremos que disponer de datos de seguridad en animales superiores a los 12 meses.

Después de estos pasos, se solicita a la agencia reguladora correspondiente la aprobación para realizar ensayos en humanos, en EEUU esta agencia es la FDA mientras que en Europa es la European Medicines Agency (EMA).

2.5. Fase clínica I

Se administra el compuesto por primera vez en un pequeño número de voluntarios sanos (20-100) para determinar la dosis segura y la toxicidad del compuesto. El tiempo del estudio dura aproximadamente entre seis meses y dos años, en los que se busca comprobar la seguridad del fármaco encontrada en animales en humanos. Se estudian con un gran control los posibles efectos adversos que pudiera presentar la administración del nuevo medicamento. Consta de diversos estudios, el primero de ellos consiste en la administración de una dosis única del medicamento en dosis ascendentes, mientras que los siguientes pueden combinar administraciones repetidas de cinco, diez o más días en función de la aplicación terapéutica que vaya a dársele.

Cuando esta fase es superada con éxito y se han determinado además los niveles del nuevo medicamento en diversos fluidos biológicos como la sangre y si el compuesto sigue siendo prometedor, se pasaría a la fase II. El coste aproximado de entrada en fase I, es de unos 15,2 millones de dólares.

2.6. Fase clínica II

Se administra el compuesto en un mayor número de personas enfermas (entre 100-500) con unas características muy bien determinadas y precisadas por el clínico, que dirige el ensayo junto con el placebo (molécula inactiva que se utiliza como control experimental). El objetivo de esta fase es la determinación de las dosis-respuesta y la evaluación de efectos secundarios. El tiempo del estudio puede durar entre seis meses y varios años. En el caso de que el compuesto

siga presentando buenos resultados, se pasaría a la fase III del estudio. El coste de entrada en fase II supone 16,7 millones de dólares.

2.7. Fase clínica III

El objetivo principal de esta fase es demostrar la eficacia y seguridad del tratamiento experimental en las condiciones de uso habituales y comparar los resultados obtenidos respecto a las alternativas terapéuticas disponibles para la indicación estudiada. Para ello se administra el mismo en un mayor número de personas enfermas (1000-5000 personas). El principal problema que podemos encontrar en esta fase es el aumento de efectos secundarios, debido a que el compuesto se administra a mayor número de pacientes o una falta de eficacia del mismo, si se compara con el grupo control que ha sido administrado con placebo. Aquí el coste de esta fase aproximadamente duplica a los costes de entrada en fase clínica I, llegando a los 27,1 millones de dólares.⁵

2.8. Aprobación por parte de las agencias reguladoras

Se recopila toda la información de estudios y ensayos que se ha realizado con el compuesto para que un comité de expertos dictamine si cumple con los requisitos para poder ser comercializado.

2.9.- Fase IV o fase de fármaco vigilancia

Esta fase se realiza después de la comercialización del fármaco, se estudian condiciones de uso distintas de las autorizadas, como por ejemplo nuevas indicaciones, y la efectividad y seguridad en la utilización clínica diaria.

Hoy en día, menos de una de cada diez moléculas que entran en distintas fases de desarrollo clínico, se convierten en un fármaco en el futuro. Aproximadamente un 63% de los costes que supone poner una nueva molécula en el mercado corresponde al desarrollo clínico de la misma (fases I-III), mientras que en etapas de descubrimiento y preclínica el porcentaje alcanza un 32%. El tiempo de media desde el descubrimiento y desarrollo de una molécula nueva hasta que llega al mercado suelen ser unos 13,5 años.⁶

3. PRINCIPALES PROBLEMAS ASOCIADOS

A LAS DISTINTAS FASES CLÍNICAS

Las causas por las que estas moléculas no superan las distintas fases clínicas, sobretudo las fases I y II, son diversas. Desde problemas derivados por su toxicidad, falta de eficacia o principalmente que no presentan unas buenas propiedades "tipo fármaco" como son su baja biodisponibilidad oral, propiedades farmacocinéticas o problemas de to-

xicidad que no son predichos por modelos de farmacología animal o por estudios preclínicos de ADMET (Absorción, distribución, metabolismo, excreción y toxicidad).

En la actualidad, la mejora en la predicción de estas propiedades ADMET, ha permitido que el número de compuestos que alcanzan la fase clínica I haya aumentado considerablemente.⁷ Cabe destacar, que entre las causas de que los compuestos no superen la fase clínica II se debe principalmente a la novedad de las dianas farmacológicas que antes no habían sido estudiadas (nuevos mecanismos biológicos en estudio). Aún así, hoy en día todavía los porcentajes de fracaso de los compuestos en las fases clínicas II y III son realmente altos (66% fase clínica II) y 30% en fase clínica III. Esto sucedió principalmente a principios de los años 90, debido a que las nuevas moléculas estaban indicadas principalmente para el tratamiento de enfermedades del sistema nervioso central (SNC) y distintos tipos de cánceres. En oncología por ejemplo, el porcentaje de fracaso alcanzaba el 70% en fase II y el 59% en fase III. Además de la novedad de las dianas en estudio, el principal problema radicaba en la ausencia de modelos animales capaces de predecir la eficacia que esas nuevas moléculas tendrían en las personas. Por tanto, si la diana de estudio seleccionada es más conocida y es posible realizar pruebas de concepto en animales en fases tempranas (fase I) o emplear biomarcadores para poder seguir el progreso de la enfermedad, las posibilidades de éxito aumentan.

4. PERSPECTIVAS FUTURAS

EN EL DESCUBRIMIENTO Y DESARROLLO

DE NUEVOS MEDICAMENTOS

Los avances en los últimos años gracias a la genómica y proteómica, en la secuenciación del genoma humano y el descubrimiento de nuevas proteínas, permitirá en el futuro descubrir un gran número de nuevas dianas terapéuticas y buscar fármacos para combatir diversas enfermedades.⁸ Sin embargo, aunque hoy en día, nuevas dianas han sido descubiertas, aún no ha sido posible validarlas y por tanto no se han podido aprovechar estos nuevos avances en el descubrimiento y desarrollo de nuevos fármacos.

Otro aspecto importante para que los compuestos superen las fases clínicas II y III, es la de disponer de una prueba de concepto. Es decir, ser capaces de detectar por ejemplo en modelos animales si nuestro compuesto esta ejerciendo su acción sobre la diana seleccionada empleando diversos biomarcadores. En enfermedades del sistema nervioso central, como el empleo de los fármacos neuropsiquiátricos, es posible ver su acción, empleando técnicas de imagen como el PET (tomografía por emisión de positrones).

Hoy en día, los costes y el tiempo de desarrollo de nuevos fármacos se han incrementado sustancialmente debido

al aumento de los requisitos regulatorios que deben cumplir por parte de las agencias y organismos autorizados. Mientras que en 1960, el proceso requería unos 8,1 años, en los años 90, esta cifra aumento hasta los 15,0.⁹ Entre las causas de este aumento de tiempo están, la necesidad de incluir a un mayor número de personas en los ensayos clínicos con el fin de conseguir las estadísticas estandarizadas descritas por las agencias reguladoras para demostrar la seguridad y la eficacia del fármaco, la dificultad para encontrar personas que cumplan con los criterios del estudio solicitado junto con el tipo de enfermedades de estudio como los procesos crónicos, que requieren tratamientos más prolongados para observar su eficacia y la ausencia de efectos secundarios no deseados.¹⁰

Hay que tener en cuenta también, que según el tipo de enfermedad de estudio para el cual el fármaco irá destinado, depende también del éxito de la investigación y la inversión realizada. Así pues, compuestos destinados al tratamiento de enfermedades de tipo infeccioso poseen un porcentaje de éxito del (28,1%), mientras que aquellas que afectan al sistema nervioso central representan un 14,5%⁵ debido a que en el primer caso el agente etiológico (que causa la enfermedad) es conocido, mientras que en las enfermedades que afectan al sistema nervioso central no se conocen las causas.

Debido a la saturación del mercado sanitario en la investigación clínica de nuevos fármacos tanto en EEUU como en Europa del Este y ante la necesidad de realizar estos ensayos en un gran número de personas, la tendencia actual es la de realizar estos estudios en países con un número elevado de población como Brasil, Rusia, India y China.¹¹ Si comparamos el número de países que participaban en ensayos clínicos entre los años 2002-2006, frente al periodo 2006-2010, se observa que en la fase clínica III, hemos pasado de 19 países a 34 en estudio, con lo que se puede apreciar el enorme gasto que eso supone. En general, desde su descubrimiento hasta que éste se pone en el mercado pueden pasar unos 10-20 años de media si tomamos como referencia los fármacos comercializados entre 1980-1990.¹²

Por otra parte, con el fin de minimizar el riesgo a la hora de poner un fármaco en el mercado, la industria farmacéutica ha mejorado la precisión en la realización de las tareas de investigación y desarrollo, por tanto sin una protección intelectual adecuada esos costes nunca podrían ser recuperados. De ahí la importancia de patentar los compuestos en etapas tempranas del desarrollo. Aunque debido a estos estudios adicionales requeridos por las agencias regulatorias, la industria farmacéutica posee menos tiempo para poder recuperar la inversión realizada, por tanto el precio de los nuevos compuestos puestos en el mercado es más elevado.

La investigación para desarrollar nuevas terapias ha ido evolucionando en función de las necesidades de la población. El descubrimiento de nuevos antirretrovirales propició

una disminución del 70% de muertes entre las personas que padecían VIH/SIDA.

En la actualidad se buscan fármacos capaces de combatir enfermedades crónicas, especialmente aquellas que afectan a las personas mayores o que tienen una alta incidencia en la población, como la diabetes o la enfermedad de Alzheimer, debido al aumento considerable de la esperanza de vida en los últimos 100 años (en España 45 años en el año 1900 a 82 años en el 2010)¹³ lo que implica unos ensayos clínicos prolongados con el fin de determinar la eficacia y seguridad del compuesto y que a pesar del gasto farmacéutico que supondrá, incidirá positivamente en la mejora de la calidad de vida de un gran número de personas en los próximos años.

Por tanto mejorar la productividad en investigación y desarrollo permitirá seguir introduciendo nuevos fármacos en el mercado sin disminuir la mejora de la calidad y esperanza de vida que representan para la sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Mathieu, M. P. Ed. Parexel's Bio/Pharmaceutical R&D statistical sourcebook 2008/2009. (Parexel International Cooperation, Waltham, 2008).
- 2 Hughes, B. "2009 FDA drug approvals" *Nat. Rev. Drug Discov.*, 9, 89-92 (2010).
- 3 Paul, S.M.; Mytelka, D.S.; Dunwiddie, C.T.; Persinger, C.C.; Munos, B. H.; Lindborg, S.R.; Schacht, A. "How to improve R&D productivity: the pharmaceutical industry's grand challenge" *Nature Rev, Drug Discov.*, 9, 203-214 (2010).
- 4 http://www.abbott.es/i+d/innovacion_y_desarrollo.asp
- 5 Dickson, M.; Gagnon, J. P. "Key factors in the rising cost of new drug discovery and development". *Nature Rev Drug Discov.*, 3, 417-429 (2004).
- 6 KMR Group. Pharmaceutical Benchmarking forum. <http://kmrgroup.com/ForumsPharma.html> (2009).
- 7 Hu, M.; Schultz, K.; Sheu, J.; Tschopp, D. "The innovation gap in pharmaceutical drug discovery & new models for R&D success. <http://www.kellogg.northwestern.edu/academic/biotech/faculty/articles/NewRDmodel.pdf> (2007).
- 8 Grenet, O. "Significance of the human genome sequence to drug discovery" *Pharmacogenomics J.* 1, 11-12, (2001).
- 9 DiMasi, J. "Trends in drug development costs, times and risks" *Drug Information Assoc, J.* 29, 375-384 (1995)
- 10 DiMasi, J. A.; Hansen, R. W.; Grabowski, H.G.; "The Price of innovation: new estimates of drug development costs." *J. Health Econ.*, 22, 151-185 (2003).
- 11 Allison, M. "Reinventing clinical trials" *Nature Biotech.*, 30, 41-50 (2012)
- 12 Testing drugs in people. <http://www.fda.gov/fdac/special/newdrug/testing.html> (1995).
- 13 www.ine.es

PLACAS DE HONOR DE LA ASOCIACIÓN

Madrid, 21 de noviembre de 2012



De izquierda a derecha, Teófilo Sanfeliú, José Lladó, Carlos Cabrera, Jesús Rincón, Francisco Camacho Ferre, Jesús Martínez Frías, Carlos Hernández Revilla y Donato Herrera.

Palabras del Presidente del CSIC en el acto de entrega de placas de la AEC

Señor presidente de la Asociación Española de Científicos, señoras y señores, colegas y amigos:

Me explicaron en cierta ocasión en el Instituto de Filología del CSIC que la palabra simposio, que hoy tiene unas connotaciones tan solemnes y académicas, significaba originariamente “banquete”, “bebida en común”, ya que era frecuente entre los griegos organizar tertulias filosóficas o literarias durante los banquetes, por lo que el término acabó adquiriendo la acepción de “reunión de expertos”, o algo por el estilo, que hoy tiene.

Pues bien, la Asociación Española de Científicos ha hecho un giro de 360º para volver al punto de partida, organizando un banquete bien real, pero con un contenido cultural o científico o de política científica y tecnológica, lo cual, todo hay que decirlo, hace mucho más ameno y apetecible el acto de entrega de placas a las personas y empresas que han destacado por sus contribuciones a la I+D española.

En estos tiempos de crisis que nos está correspondiendo vivir, observamos cómo la sociedad civil obtiene no pocos triunfos cuando se organiza, llegando en ocasiones a conseguir que modifiquen su línea de actuación tanto las instituciones como los propios gobiernos.

Ese activismo ciudadano se da también en otros sectores de la sociedad, como en el sistema de I+D, en el que una serie de fundaciones, agrupaciones, redes y otras formas de asociacionismo están desarrollando una función insustituible de fomento, de estímulo y aun de financiación de actividades, gracias a las cuales se atempera o minimiza en parte la cara más adusta de la crisis económica.

La AEC es una de estas asociaciones que en aquellos tiempos de la ilustración se llamaban “sociedades de amigos del país”, denominación tan hermosa como apropiada.

Agradezco pues a la AEC, esta asociación de amigos del país, la labor que está realizando en defensa del sistema nacional de I+D desde el tercer sector y felicito muy cordialmente a las personas y empresas que han merecido estas placas que atestiguan su buen hacer, solicitando su indulgencia porque la puntualidad del AVE –por cierto una realidad que habla mucho y bien de la capacidad de I+D que tenemos en España– me impone que tenga que irme inmediatamente sin asistir al acto completo y sin compartir la posterior cena.

Muchas gracias por su atención.

Emilio Lora-Tamayo
Presidente del CSIC



José Lladó.

Placa de Honor de la AEC-2012 concedida a Técnicas Reunidas

Lo que consta para público y general conocimiento es: empresa multinacional española especializada en ingeniería y construcción de infraestructuras para el sector del petróleo y el gas. Cotiza en Bolsa y forma parte del IBEX 35. Pero detrás de esto hay mucho más, fundamentalmente esfuerzo, trabajo e ilusión.

Los antecedentes de Técnicas Reunidas datan de 1959, como resultado de la asociación entre varios empresarios españoles y la compañía de ingeniería norteamericana dedicada al Petróleo y la Química *The Lummus Company* que resulta en la creación de *Lummus Española, S.A.* De aquellos empresarios hay que destacar además de D. José Lladó, a D. Javier Benjumea (fundador de Abengoa), D. Enrique Becerril, D. Julio Fernández Rubio y D. Francisco Pérez Cerdá.

Inicialmente surge de una idea de D. José Lladó quien se doctoró en Química Industrial (primer Programa Académico de Ingeniería Química en España), con el Profesor Angel Vián Ortuño, luego Rector de la Complutense, y el Prof. Luis Gutiérrez Jodrá, Director Junta de Energía Nuclear y Vicerrector de la Universidad... La idea fue que sería necesario hacer Ingeniería Química en España. Y especialmente desarrollar la industria Química de Refino.

Un millón de pesetas de capital y ganas de hacer en España cosas que únicamente se hacían en el extranjero (Ingeniería del Petróleo, Ingeniería Química ..., Ingeniería de Procesos) fue como el comienzo de esta gran empresa. Tras seis años, ejecutando grandes proyectos (Refinería Petroliber y Esso en Castellón) Técnicas Reunidas da el salto a Luján de Cuyo, Argentina, lo que constituye la "primera exportación exitosa de Ingeniería Química Española" al construir una refinería para YPF.

Esta empresa además hizo gala desde el comienzo, de formar equipos multidisciplinares que inicialmente se sintetizaban en "Ingenieros y Químicos" alejándose del corporativismo tan propio de aquella época.

A los cuatro años de su fundación (es decir en 1963), Técnicas Reunidas emprende como objetivo estratégico lo que supuso una expresión afortunada "Caminar Exportando, con plantas llave en mano": Indonesia primero, luego China donde serían el primer contratista de Plantas Industriales. A partir de los años 80 se produce su gran expansión internacional, hasta que en 1990 trabajan en 30 países de todo el mundo. En la actualidad, Técnicas Reunidas desarrolla la mayor parte de su actividad fuera de España, fundamentalmente en los países de Oriente Medio, Iberoamérica, Extremo Oriente y área del Mediterráneo (principalmente norte de África y Turquía) constituyendo más del 80% de su facturación.

□ Se encuentra entre las tres principales compañías de ingeniería y construcción en el sector gas y petróleo de Europa y entre las diez principales del mundo.

□ Más de 1000 plantas diseñadas y construidas a lo largo y ancho del mundo, es contratista de referencia con tecnología propia de los grandes productores de crudo para la construcción de unidades y plantas de refinado.

□ Es una empresa moderna flexible, tolerante y abierta que incorpora en su departamento de Investigación y desarrollo la preocupación por el futuro medioambiental del planeta y permanentemente conectada con la Universidad y la Ciencia.

Todo esto no sería posible sin el hombre en cuya persona rendimos homenaje a Técnicas Reunidas, su Presidente D. José Lladó y Fernández Urrutia y de quien no puedo sustraerme de hacer una breve semblanza porque es él quien mejor representa esta empresa.

José Lladó Fernández-Urrutia es doctor en Ciencias Químicas y Química Industrial, Premio Extraordinario. Miembro de honor de la American Chemical Society. Presidente y Fundador de Técnicas Reunidas.

Ha sido Presidente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, de la Comisión Nacional de Investigación Tec-



De izquierda a derecha, José Lladó, Jesús María Rincón y Alfonso Navas.

nológica, y Decano Presidente del Consejo General de Químicos de España. Vicepresidente del Círculo de Empresarios, así como Consejero de entidades financieras e industriales como: Banco Urquijo, BBV, General Motors (Advisory Board), Air Products, Sevillana de Electricidad, Aragonesas, Acerinox....

Embajador de España en Estados Unidos (1978-1982), Ministro de Comercio y Ministro de Transportes y Comunicaciones (1976-1978).

En el ámbito cultural: Fundador de la Fundación de Apoyo a la Cultura, y del Colegio Libre de Eméritos Universitarios de la que es vicepresidente. Presidente fundador de la Sociedad de Amigos del Museo Nacional de Ciencias Naturales.

Es Fundador y Presidente de la Fundación Xavier Zubiri, donde colabora con insignes personajes [Leopoldo Calvo-Sotelo (†), Gonzalo Anes, Pedro Laín (†), Jaime Carvajal, Rodrigo Uría(†), Diego Gracia,...] (publicando sus inéditos y Centro vivo de encuentros, cursos y Seminarios filosóficos)].

En el ámbito de las Artes: Desde 1991 preside los Jurados de las Artes de los Premios Príncipe de Asturias, y ha presidido desde su creación y hasta 1994, el Real Patronato del Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía. Es presidente de la Asociación Colección de Arte Contemporáneo (la mayor Colección privada de Arte Contemporáneo Español la constituyen 16 empresas que tienen más de 1000 cuadros expuestos en el Museo Patio Herreriano de Valladolid).

Está en posesión de la Gran Cruz del Mérito Civil, la de la Encomienda de la Legión de Honor Francesa y la Gran Cruz de Carlos III, entre otras condecoraciones. Insignia de oro de la Asociación de Químicos de Madrid, Medalla de Oro de la ANQUE (Asociación Nacional de Químicos de España), Medalla de Oro al Merito en el Comercio.

Por último quiero destacar algo que define su carácter, que tiene a gala, que creo que él valora por encima de todas sus actividades y cometidos, y que aparece en su tarjeta de visita de forma muy sencilla y clara: José Lladó, Embajador de España (nada más y nada menos)

Alfonso Navas

Ex director del Museo Nacional de Ciencias Naturales

Placa de Honor de la AEC-2012 concedida a IBERCERAS

IBERCERAS es un ejemplo paradigmático de empresa española que aunque ubica su sede central en Madrid con sus laboratorios de I+D, por especial deseo de su fundador está situada en la entrañable e histórica región extremeña (Cáceres, Cañamero).

Desde que inicié el contacto profesional con esta magnífica empresa, hace ya más de cinco años, con motivo de solicitar



Jesús María Rincón y Donato Herrera.

su colaboración para una investigación sobre el moldeo por inyección de pastas cerámicas en materiales de gres porcelánico y vitrocerámicos, el acercamiento fue inmediato, próximo y efectivo, así como el entendimiento entre un científico y el mundo industrial.

Una vez más ese “tópico o mito” muy extendido entre la sociedad civil y política española de que el mundo de la industria y el de la investigación “no se conocen, se ignoran, no se necesitan, etc.”, se caía por su propio peso. Y se venía abajo este “mito” una vez más, y en este caso concreto, porque había un jefe de investigación e innovación en IBERCERAS, el destacado químico Donato Herrera, que entendió perfectamente desde el principio lo que queríamos como investigadores y, más en mi caso concreto, después de más de treinta años “bregando” con los industriales del sector cerámico tanto nacionales como de otros países tratando de involucrar a las industrias en proyectos científicos y a la vez comprometidos con su aplicación concreta.

Así pues, cuando tuvimos la oportunidad de proponer a IBERCERAS como candidata a la Placa de Honor AEC-2012 nos entusiasamos con la idea de proponerles como buen ejemplo a seguir por toda la industria nacional, que desgraciadamente aun se mueve en muchos casos entre la desconfianza y el recelo hacia el mundo de la investigación, tanto universitario como de los OPIs.

IBERCERAS en su Centro de Investigación y Desarrollo incluye un Laboratorio de Aplicaciones dotado del más moderno equipamiento. Estando situado en Madrid realiza las

siguientes actividades con toda eficacia como lo demuestran sus logros técnicos y comerciales desde su fundación. Como líneas más destacadas queremos señalar: el diseño de nuevos productos, mejora en la protección medioambiental de las aplicaciones de sus productos, dando respuesta a los problemas técnicos de la industria, no sólo de los procesos de la propia fabricación, sino además de la problemática que le plantean infinidad de industrias en todos los sectores, desde el agroalimentario hasta el eléctrico. Los proyectos de investigación más importantes de IBERCERAS cubren, entre otros, los siguientes campos:

- Tratamientos del papel y el cartón para el embalaje.
- Envasado de productos agrícolas.
- Mejoras en los recubrimientos para la industria alimentaria.
- Incremento del uso de bases acuosas no contaminantes para reducir la utilización de disolventes.
- Resistencia antiozonante y anticorrosiva en productos para automoción y comunicaciones.

Así pues, nuestro reconocimiento por su decidido apoyo que queremos manifestar tanto a su Presidente: Carlos Hernández Revilla y a su jefe de I+D, Donato Herrera, y permitir que les mostremos a la comunidad científica y social española como un claro ejemplo que deben de seguir las empresas respecto al mundo de la ciencia, para ayudar al desarrollo económico de nuestro querido país y más aun en estos momentos de dificultades de todo tipo.

Jesús María Rincón
Presidente de la AEC

Respuesta de IBERCERAS

Señor Presidente de la Asociación Española de Científicos (AEC), señoras, señores, estimados compañeros y asociados con los que esta noche compartimos la entrega de las Placas de Honor AEC-2012. En primer lugar, en nombre de todos los que formamos IBERCERAS encabezada por su Presidente, don Carlos Hernández Revilla, y en el mío propio como Director del Departamento de I+D+i, tengo que dar las gracias más sinceras al Presidente de la AEC, y a los componentes de su Junta de Gobierno por habernos concedido por unanimidad este apreciado Galardón. Gracias por haber elegido a IBERCERAS.

Les puedo asegurar que desde que nos comunicaron este otorgamiento, hemos vivido este reconocimiento con gran satisfacción y alegría. Uno de los aspectos por lo que más valor tiene para nosotros este galardón es precisamente el ser concedido por la Asociación Española de Científicos, entidad que conoce bien la realidad de la I+D+i, la paciencia, la pasión y la ilusión necesaria. Las satisfacciones y las decepciones que también conlleva.

También me gusta subrayar otro aspecto que magnifica este galardón, y es el prestigio nacional e internacional de las personas y empresas que han sido distinguidas con este reconocimiento, tanto en este año como en años precedentes.

En este momento y desde aquí, al recibir esta Placa quiero

ofrecérsela a todo el personal de IBERCERAS, a su Presidente, a los Directores de Departamento, a todos los empleados que componen la empresa pero haciendo mención especial al Equipo de I+D+i formado por D. David Marín, D. Mario Luzón, D. Gustavo Méndez, D^a Consuelo Andrés y D^a Rosina García; y al Equipo de Control de Calidad, formado por D^a M^a José Cabezón, D. Emilio Orovengua, D. Sergio Hinojal y D^a Felisa Portillo.

Yo les puedo asegurar que para nosotros en esta Placa de Honor AEC-2012, el honor es nuestro, nos sentimos honrados por ello y estén seguros que vamos a llevar este honor con tanto orgullo que nos hará esforzarnos más, trabajar más, apoyar a la I+D+i más, para si no lo habíamos merecido del todo, de hoy en adelante ser dignos de él.

¡Muchas gracias en nombre de todo lo que represento en este momento! Quiero aprovechar la ocasión para felicitar a los investigadores y empresas que también son galardonados esta noche: ¡Enhorabuena para todos!

Donato Herrera

Director de I+D+i de IBERCERAS

Placa de Honor de la AEC-2012 concedida a CERACASA

Se cumplen quince años ininterrumpidos de la concesión y entrega de estas PLACAS DE HONOR AEC a científicos y empresas que se han destacado por su clara y demostrada labor a favor de la I+D+i en España. En el caso de las empresas la AEC se ha destacado, desde su fundación hace ya más de cuarenta años, por reconocer y animar a las empresas españolas en el desarrollo de la ciencia y tecnología que se ha demostrado ya en países avanzados que es decisiva para la mejora de la economía, de la calidad de vida y del prestigio internacional que tanto necesitan todos los pueblos para sobrevivir y especialmente en un mundo globalizado cada vez más competitivo.

Debido a la especialidad científica y técnica a la que vengo dedicándome en toda mi carrera profesional como científico, hace ya veinte años que participo y disfruto de la presencia en una feria excepcional que tiene lugar todos los años en nuestro país en la industriosa y emprendedora Comunidad Valenciana, como es la feria internacional de los productos cerámicos y de vidrio para la construcción: CEVISAMA, que cumple ya en este año su XV Edición. En dicha feria hace años tuve ocasión de tomar contacto con una empresa ejemplar como es CERACASA por sus excelentes productos, pero que siempre me llamó la atención por su estrategia innovadora y de apoyo a la I+D+i. Recuerdo de mis numerosas visitas a CEVISAMA, que en un contacto con el gerente de otra empresa que no sería correcto identificar ahora, que al proponerle la



Donato Herrera.



Carlos Cabrera y Jesús María Rincón.

ayuda y colaboración científica y técnica por parte del CSIC y del Instituto Eduardo Torroja en el que desarrollo mi labor, dicho gerente me contestó muy enfadado que: “estaba en la feria para vender y que no podía perder su tiempo en hablar conmigo, etc...”. Ante esta reacción fruto de una mala educación y sobre todo de una nefasta “praxis” empresarial (en estos tiempos estaría claro que esta respuesta estaría muy alejada de lo hoy conocemos como Responsabilidad Social Corporativa, que lógicamente debe incluir también las actuaciones de las empresas respecto a la I+D+i...), le contesté que yo también estaba en CEVISAMA “para vender”, pero para “vender” los conocimientos, medios y tiempo de dedicación del CSIC y del centro de investigación al que representaba en esos momentos, para ponerlos a su disposición mediante un posible contrato de investigación que obviamente obliga a ambas partes tanto a las empresas del sector como a los investigadores.

Es frecuente oír comentarios en nuestro país sobre “el desencuentro” entre el sector científico (universitario y de organismos públicos de investigación) y el sector industrial. Aunque se ha avanzado mucho en los últimos años, pues cada vez las empresas y los científicos están cada vez más próximos, queda aun mucho por hacer para llevar a la totalidad de la comunidad investigadora de nuestro país la necesidad

de hacer “marketing de lo científico”, que no es lo mismo que el “marketing científico”. Precisamente fue en dicha Feria de Valencia en la que a pesar de la anécdota que antes he comentado con otra empresa, tuve un afortunado encuentro con CERACASA y en concreto con su gerente Carlos Cabrera y con su jefe de I+D+i, Fran Raya. Una experiencia totalmente opuesta a la que antes he relatado. En la última década he podido comprobar no sólo las innovaciones de elevada calidad realizadas por esta empresa en sus productos de pavimentos y revestimientos cerámicos que logran hacer más habitable nuestros hogares, pero sobre todo he podido comprobar su cordialidad y sobre todo su elevada receptividad y diálogo con el sector científico.

Es hora ya de que nuestros políticos y sobre todo nuestros economistas que asesoran a los miembros del gobierno actual, y que precisamente ahora están tan íntimamente relacionados en estos tiempos de crisis, que asuman ya con hechos, que la actividad científica es una actividad que no sólo repercute en la productividad de las empresas y de un país, sino que “en sí misma” es una actividad económica de importancia estratégica fundamental, como se ha demostrado a lo largo de la historia en todos los países desarrollados. No es el “capricho” de investigadores a los que siempre se les etiqueta con el tópico ya tan gastado de que “se divierten investigando” y por

eso no necesitan muchos fondos para su actividad. Este tópico extendido con cierta simpatía o a veces incluso con pena por el público en general, en realidad le ha hecho mucho daño al sector científico de nuestro país como actividad económica que es “en sí misma” y no me cansaré de repetirlo hasta que nuestros dirigentes se conviertan con hechos a esta realidad.

En nuestro reciente editorial del número 20 de Acta Científica Y Tecnológica, ya decíamos que “...quisiéramos ser optimistas y pensar que con la adscripción ministerial... (de la actividad científica) al Ministerio de Economía y Competitividad... se reconoce, por primera vez en nuestro país, que el cultivo y desarrollo de la ciencia y tecnología es una componente económica de primer orden para el desarrollo... (implicando)... un compromiso serio de que la ciencia es la clave para el futuro de una nueva economía...”.

Este compromiso ya hay empresas españolas que lo tienen asumido de manera realista y en la práctica. Es el caso de CERACASA, motivo que nos ha llevado a la AEC a reconocer sus méritos con la concesión de este galardón, deseando y esperando que sirva de reconocimiento y acicate como ejemplo para tantas otras empresas de nuestro país del esfuerzo que deben realizar apoyando la I+D+i desde y en sus centros de producción. La clave de la competitividad está precisamente en el esfuerzo y la estrategia dedicados a la ciencia y tecnología diariamente.

Jesús María Rincón
Presidente de la AEC

Respuesta de CERACASA

En primer lugar, agradecerles en mi nombre y en el de todos aquellos que formamos CERACASA el que nos hayan considerado merecedores de esta distinción. Es una satisfacción y una razón más para seguir en el camino de apoyar la I+D por el que desde hace tiempo apostamos.

CERACASA es una PYME familiar que nace en 1984 en la cuna del sector cerámico español, en Castellón donde se encuentra ubicada más del 95% de esta industria, y que siempre se ha distinguido por ser un sector en constante evolución y con un producto avanzado y altamente sustitutivo. Nos planteamos, hace ya más de ocho años, el buscar unas líneas de trabajo que nos llevasen a ocupar un lugar destacado y un tanto diferente al resto de empresas que componen nuestro sector.

En el año 2004 empezamos a trazar lo que serían las líneas maestras por las que iba a transcurrir nuestro trabajo de búsqueda de otros productos cerámicos, tratando de encontrar algo diferente en cuanto a la aplicación y utilidades de nuestros productos en función de lo que demandaba nuestro entorno y dentro de unos precios asequibles y competitivos. Este fue el

ideario sobre el que empezamos a desarrollar nuestro trabajo de investigación, desarrollo e innovación. Nuestro primer proyecto fue EMOTILE, una línea de trabajo consistente en aplicar a la cerámica un sistema de decoración que posibilitase la personalización de nuestros productos al gusto del cliente, donde la cantidad o el coste no fueran elementos limitadores de su demanda.

Posteriormente, detectamos la preocupación social hacia el medio ambiente y el entorno y nuestra respuesta fue BIO-NICTILE, una baldosa capaz de actuar en el medioambiente reduciendo la contaminación ambiental. Ya en el año 2010 y en plena crisis, entendimos que nuestra aportación debería ir encaminada al ahorro energético y de costes para el usuario. Nuestra propuesta fue el ECOM4TILE, aplicación en la que estamos trabajando, y que nos permitirá optimizar, así como reducir el consumo eléctrico y trasladar este ahorro al usuario.

Siempre hemos considerado que aportar diferenciación y valor añadido a nuestros productos, son el camino que nos posibilitará competir con otras empresas e incluso con otros países productores. En este camino de búsqueda de nuevos productos, soluciones y aplicaciones no hemos ido solos, nos han acompañado siempre universidades como la Universidad Jaime I de Castellón o el Instituto de Tecnología Química de la Universidad de Valencia, institutos tecnológicos como el ITC de Castellón, el CEAM y el AIDICO en Valencia, Tecnalia en Bilbao y otras empresa e investigadores sin cuya colaboración no hubiera sido posible estos resultados, con ellos también queremos compartir este reconocimiento.

Durante este tiempo hemos recibido tres ALFAS de ORO, máximo galardón que otorga el sector cerámico español a la innovación en la Feria de Valencia CEVISAMA. Hemos contado con el apoyo del IMPIVA, CDTI, AVEN, OEPM y los ministerios de Industria, Ciencia y Tecnología que son de gran importancia, sobre todo en estos momentos de dificultades de financiación y cuando la inmovilización de recursos financieros es casi una utopía que está influyendo negativamente en el futuro de la investigación. Por ello, seguimos pidiendo este apoyo imprescindible para seguir desarrollando nuestra labor científica y tecnológica, y consecuentemente de producción y comercialización de nuevos productos.

Pero si es importante el apoyo en las fases de definición y desarrollo de los proyectos, no lo es menos en su implementación en el mercado, donde se echa de menos un desarrollo normativo que contemple y favorezca el uso de estos nuevos productos y soluciones. Termino, pues, reiterando de nuevo nuestro agradecimiento a la Asociación Española de Científicos por esta distinción que con toda seguridad seguirá siendo un estímulo en nuestro trabajo.

Carlos Cabrera Ahíz
Presidente de CERACASA

Placa de Honor de la AEC-2012 concedida a Teófilo Sanfeliú Montolio

Para mí es un gran honor, poder participar en este entrañable acto de la entrega de las placas de honor, que la AEC organiza todos los años por estas fechas, y este honor es todavía mayor cuando me corresponde presentar al profesor Teófilo Sanfeliú. Muchas gracias querido presidente por este gran privilegio.

Tuve la suerte de conocer al profesor Teófilo Sanfeliú en el año 1984 como catedrático de Ciencias Naturales, siendo yo alumno de 2º de BUP en el Instituto Francisco Ribalta de Castellón. Ya en aquel momento el profesor Sanfeliú destacaba por sus técnicas de innovación docente y por las inolvidables salidas de campo para conocer la geología de la provincia de Castellón. En 1987 me incorporo al Colegio Universitario de Castellón como alumno de primero de Ciencias Químicas y la suerte me acompaña de nuevo, ya que Teófilo era el profesor responsable de la asignatura Cristalografía y Mineralogía en la que disfruté muchísimo realizando proyecciones estereográficas de cuerpos cristalinos y coleccionando rocas y

minerales.

No es hasta julio de 1992, finalizada mi licenciatura en Químicas en la Universidad de Valencia, cuando empiezo a interesarme por dedicar mi carrera profesional a la investigación científica, y me incorporo a la Unidad de Mineralogía Aplicada y Ambiental de la Universidad Jaume I, que dirige el profesor Sanfeliú, como becario de investigación para realizar la tesis doctoral. En este momento comienza mi admiración y amistad hacia el profesor Sanfeliú, no únicamente por sus grandes conocimientos en el ámbito de la mineralogía y tecnología de las arcillas cerámicas, sino por su afecto personal y su grata acogida, incorporándome de lleno a su enorno familiar. Al profesor Sanfeliú le debo sus valiosos consejos que me han permitido dedicarme a la enseñanza universitaria, desde la tesis doctoral hasta el puesto que ocupo en la actualidad. Junto a él he aprendido muchas cosas, pero el mayor tesoro que me ha transmitido ha sido tener fe, ser paciente y perseverante y que el trabajar duro y bien es importantísimo en todos los aspectos de la vida.

Permitidme que desglose brevemente su curriculum vitae. Teófilo Sanfeliú es doctor en Ciencias Geológicas por la



Teófilo Sanfeliú y Manuel Jordán.



De izquierda a derecha, Teófilo Sanfeliú, Emilio Lora-Tamayo y Jesús María Rincón.

Universidad de Barcelona. Es Maestro Nacional de Enseñanza Primaria, profesor agregado de Bachillerato y Catedrático de Ciencias Naturales. Ha sido profesor de Geología desde la época fundacional de los estudios universitarios en Castellón donde ocupó cargos académicos de dirección (director jefe de estudios, director de la residencia universitaria, presidente de la comisión de actividades culturales y miembro de la junta de gobierno del Colegio Universitario de Castellón de la Universidad de Valencia durante un periodo de seis años). También ha sido director y profesor de la delegación en Castellón de la Escuela de Gemología de la Universidad de Barcelona y director del Máster en Contaminación y Medio Ambiente de la Universidad Tecnológica y Metropolitana de Santiago de Chile.

Actualmente, desempeña su actividad en el grado de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural, en el Máster de Medio Ambiente y en el Máster de Profesorado de la Universidad Jaume I. Ha sido profesor visitante de la Universidad de Concepción (Chile) y en la Universidad de Guayaquil (Ecuador).

Ha dirigido catorce tesis doctorales, quince tesinas de licenciatura y once trabajos fin de Máster, así como cuatro proyectos fin de carrera. Ha publicado más de trescientos artículos en revistas nacionales e internacionales y es autor de

quince libros. Ha sido investigador principal de más de cuarenta proyectos de investigación financiados por instituciones públicas y privadas en temas relacionados con el estudio de la calidad del aire en el cluster cerámico de Castellón y las rocas y minerales industriales. Ha sido presidente del comité organizador de los congresos nacionales de Cristalografía (1989), de la Sociedad Española de Mineralogía (1993) de la Sociedad Geológica de España (1995) y de la Sociedad Española de Arcillas (1993 y 2002).

Ha sido galardonado con el premio de Ciencias Ciudad de Castellón en tres ediciones. Recibió el premio del Consejo Social de la Universidad Jaume I en 2004. Ha sido Gestor del Plan Valenciano de Ciencia y Tecnología (trienio 1995-1997) y asesor de Medio Ambiente de la Diputación Provincial de Castellón. Recientemente ha sido declarado "Científico Sabio" por el gobierno de Ecuador. Mi más sincera enhorabuena a él y a sus seres queridos, en especial a su esposa M^a Ángeles y sus amigos hijos Juan Antonio y M^a Ángeles, y hacer extensiva esta felicitación a todos sus y colegas de profesión.

Prof. Dr. Manuel Miguel Jordán Vidal
Vicerrector de Relaciones Internacionales
Universidad Miguel Hernández

Respuesta del galardonado

Magníficos, excelentísimos e ilustrísimos señores, señoras y señores, lo primero de todo deseo agradecer la concesión de este galardón a esta asociación y a su junta de gobierno que presidente el doctor Jesús María Rincón que hoy nos reúne aquí.

La distinción que me concedéis la acepto con gratitud. Reconociendo que es fruto de la formación, afán de superación, esfuerzo, trabajo y alegría que nos transmitieron mis padres a sus ocho hijos. La generosidad de mi esposa y de mis hijos Juan Antonio y María Ángeles me ha permitido dedicar la mayor parte de mi tiempo a la investigación. También a los profesores que en mi niñez y mi juventud me estimularon a conocer y respetar la naturaleza.

En la universidad, a D. Manuel Martel, rector que fue de la Universidad de Alcalá, a los doctores Gadea, Casas, Buscarons, Monturiol, Crusafont, Villalta, Rosell, Solé-Sabaris, San Miguel, Oriol Riba, Bermudo Menéndez y Candel de los que recibí una gran formación en las diferentes especialidades de la geología. En especial al doctor Carlos de la Fuente, director de mi tesis doctoral, del cual soy compañero y amigo.

A mis compañeros de carrera Federico Ortí, a Juan Ángel España, a José María Verd, a Aurelio Álvarez con los que compartí el estudio de la geología de Cataluña, Aragón, Castellón, Valencia y Murcia.

A mis amigos y compañeros, catedráticos y profesores de investigación, de los cuales tanto he aprendido, a Emilio Galán, Isabel González, Antonio García Verdú, José Luis Pérez Rodríguez, Ángel Justo, María Dolores Ruiz, María Jesús Yañez, Marceliano Lago, Andrés Pocoví, Miguel Ángel García Aranda, Rafael Arana, María Jesús Liso, Jaume Bech, Javier Solans, Maribel Arriartua, Martín Martínez Ripoll, Jose Pedro Calvo, Salvador Ordóñez, Jordi Rius, Pedro Alfaro, Manuel Costa, Irma González, Pepe Sancho, José Luis Rubio, José María Amigó, Javier de Lucas, Carmen Martorel, Rosario Lunar.

Al gran gestor y compañero del Plan Valenciano de Ciencia y Tecnología Jesús Pastor, rector de la Universidad Miguel Hernández. A Francisco Michavila, Fernando Romero y a Vicent Climent sucesivos rectores de la Universidad Jaume I de Castellón, al Vicerrector de Investigación y Posgrado de dicha universidad Antonio Barba, y con ellos a los compañeros con los que he compartido mi quehacer diario. A los equipos rectorales de la Universidad de Concepción y UTEM de Chile, a los profesores de la Universidad de Aveiro de Portugal. Al equipo rectoral de la Universidad de ESPOLO y de Guayaquil de Ecuador con los cuales he investigado.

A mi grupo de investigación que empezó el año 69 estudiando los recursos naturales y el medio ambiente iniciando en aquella fecha nuestra contribución al conocimiento y desa-

rollo del clúster cerámico, y en el año 87 iniciando el estudio de la contaminación atmosférica y de la calidad del aire en la provincia de Castellón, líneas de investigación que aún continúan activas. A todos y cada uno de sus miembros que han dedicado tantos años y tantas horas de trabajo, destacando al actual vicerrector de la Universidad de Elche, doctor Manuel Miguel Jordán y a los doce miembros actuales del grupo de investigación que lidero y que mantienen la ilusión, la constancia y el esfuerzo desde el primer día. De todos ellos es esta Placa de Honor.

A todos los presentes muchas gracias por habernos acompañado durante esta noche.

Profesor Teófilo Sanfeliú Montolio
Universidad Jaime I, Castellón de la Plana

Placa de Honor de la AEC-2012 concedida a Francisco Camacho Ferre

Una vida profesional entregada a la horticultura intensiva

El doctor Camacho Ferre es un nijareño de pro. Su vida, desde su pubertad, ha estado entregada a su medio, al agrícola, tan especial como el propio Campo de Nijar (Almería). Es difícil resumir en tan breve espacio de tiempo una labor tan intensa y extensa como la suya. Trataré de hacerlo agrupando sus diversos perfiles: profesional y personal. Como profesional sus actividades docente, investigadora, ingenieril. El más íntimo como maestro y como persona no por subjetivo menos valioso.

Docente: Catedrático de Horticultura Intensiva en la Escuela Superior de Ingeniería de la Universidad de Almería, tiene una valoración numérica importante como formador de doctores y de ingenieros a través de las tesis doctorales y proyectos fin de carrera. En torno a 130. Su docencia no se ha limitado a las asignaturas regladas. Jornadas, cursos de verano, cursos y cursillos varios tanto en España como en diversos países del mundo: Honduras, Guatemala, República Dominicana, Cuba, Chile, México, Ecuador, Argentina, y no agoto el inventario. Dos efemérides jalonan esta intensísima labor: Director del curso denominado "Horticultura intensiva" que se imparte en numeroso países de América. Y su nombramiento como director de la Cátedra Cajamar de Economía y Agroalimentación de la Universidad de Almería. Nombramiento que subraya un aspecto importante de su docencia: el económico. Su docencia tiene una actualización envidiable. El Profesor Camacho no ha dejado de formarse: los 23 cursos de perfeccionamiento que adornan su trayectoria son testimonio de su calidad como profesor.

Actividad investigadora: Numerosos proyectos de inves-



Jesús Rincón y Francisco Camacho Ferre.

tigación (69 en total) tanto con financiación pública española, europea y mundial como con financiación privada han sido plasmados en 49 libros y más de 90 artículos en revistas nacionales e internacionales recogidas con índice de impacto. Cuatro patentes jalonan una carrera profesional más que meritoria. Estas obras están realizadas por la cumbre que le proporcionan sus numerosos lectores, pero, también, una muy sobresaliente en la titulada “España huerta de Europa”, galardonada con el premio “Alimentos 2002 medios de comunicación como mejor trabajo literario”.

Ingeniería: Uno de los perfiles más excepcionales del profesor Camacho Ferre ha sido su faceta como ingeniero, materializada en lo que se ha dado en llamar “ejercicio libre de la profesión”. En 1983 desarrolló una extraordinaria labor de ordenación y desarrollo rural en Cordocruz (Bolivia), comisionado por el Instituto de Cooperación Latinoamericana. Labor que ha continuado desde entonces en países como Argentina, Venezuela, Perú y un largo etcétera. En nuestro país desarrolló una intensa labor desde el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas y Peritos Agrícolas de Almería que presidió. Una cumbre de dicha labor puede comprobarse en la dirección de la Fundación Universidad de Almería- ANECOOP (la asociación más importante de cooperativas agrícolas de España). No menos importante ha sido su labor

en la creación primero, y como consejero delegado después de una empresa de base tecnológica, premiada hace años por la Sociedad que ahora lo distingue.

Toda esta labor le ha proporcionado numerosos premios y nombramientos. Descuella entre todos el concedido por el Ministerio de Agricultura como comendador de número de la Orden del Mérito Agrario, Pesquero y Alimentario, después de haber conseguido en la Muestra Universal Temática FLORIADE 2002 (Holanda) que el pabellón de España fuese distinguido con la medalla de oro de la organización.

Su magisterio: La impronta del profesor Camacho en el campo de Almería, se palpa en toda la extensión de sus 28.000 ha de invernaderos. Basta para ello mencionar su nombre en cualquier ámbito de la producción agrícola. Su magisterio en la universidad de Almería ha sido reconocido por sus alumnos al distinguirlo como mejor profesor del curso. En el extranjero su magisterio es conocido en la mayoría de los países de Latinoamérica. Desde México hasta Argentina.

Su humanidad: Juan Goytisolo describía en su obra “Campos de Níjar” la belleza de un paisaje asolado por la pobreza. El profesor Camacho nació en ese medio y ha vivido día a día su transformación durante 40 años. Es más, se ha entregado

generosamente a empujar su desarrollo. Desde su pubertad empezó a trabajar en los parrales que dieron fama a la uva de embarque de Almería. Desde entonces su formación en la Universidad Laboral de Sevilla primero, y después en la Universidad de Almería, no ha cesado, ganándose la financiación de sus estudios. Todo ello con una generosidad nada común. Su vida está fundamentada en un altruismo que es especialmente llamativo en una sociedad como la actual. Su vida familiar es, igualmente ejemplar, aquí está esta noche su familia más directa para acompañarle.

No me queda más que hacer pública mi admiración hacia un ser humano ejemplar en todas sus facetas. Hacerles a ustedes partícipes. Y, reconocer la justeza, con la que este nuevo premio se ha concedido a mi querido amigo y maestro del profesor Camacho Ferre.

Julio César Javier Tello Marquina
Catedrático de Producción Vegetal de la Universidad de Almería

Respuesta del galardonado

Decía De La Bruyere: "Sólo un exceso es recomendable en el mundo: el exceso de gratitud. Aspiro a ello, aunque los amigos me lo ponen difícil".

Mi agradecimiento a la Asociación Española de Científicos por este reconocimiento. Es un acicate para seguir con el trabajo que desempeño en pro de la agricultura de mi tierra, Almería.

Mi recuerdo emocionado para el doctor Eduardo Fer-



Francisco Camacho Ferre.

nández, director de mi tesis doctoral, amigo y hermano, que nos dejó por un golpe de infortunio hace ya más de siete años, con tan sólo treinta y ocho de edad. Estoy seguro que estás presente.

Mi agradecimiento al maestro y amigo Dr. Julio César Javier Tello, que me precedió en el uso de la palabra, por todas las ayudas recibidas en mi formación de modo continuado. Eduardo y él fueron los artífices de que diese a mi vida profesional un giro copernicano. El tiempo os dio la razón, disfruto mucho más del campo y las investigaciones sobre él, desde que di el paso de incorporarme al extinto Departamento de Producción Vegetal de la Universidad de Almería, hoy ya Departamento de Agronomía. Gracias Javier.

El recuerdo, en estos momentos, a mis padres. Ellos no están pero seguro que lo están disfrutando. Él con su ejemplo advertía de que el Bienestar siempre debería ser superior al Bienestar y, ella ejemplo de sacrificio máximo fajándose en su analfabetismo y trabajo para que sus hermanos tuvieran una vida mejor.

A mi familia, por su apoyo continuo en mi formación y profesión. Espero algún día devolverles el tiempo que les he robado.

Desde mi infancia y adolescencia me acerqué al campo con unas sensaciones, que posteriormente pude leer en un relato de José Antonio Muñoz Rojas, titulado "Las puertas del campo" y que más o menos decía así: "¿Quién sabe las razones de un amor? Son secretas, como el agua bajo la tierra que luego sale en manantial donde menos se espera. Nada se guarda y el amor menos que nada, a fuerza de pasar la vista por el campo lo vamos conociendo como el cuerpo de una enamorada, conocemos la ocasión del gozo, la de la esquividad... ¡Oh enorme cuerpo de la amante!, por tus barrancos hondos y por tus veras, por tus caminos angostos y tus abiertas extensiones, por agostos y por eneros te he cabalgado. Tú también conoces los cascos de mi caballo..."

Ese modo de contemplar el campo, los cultivos, me llevaron a conclusiones muy sencillas pero que guían mi labor investigadora y docente: La planta es el único ser vivo que siempre responde con estímulos positivos; e incito a quien comparte clase conmigo por unos años de su vida, a que si van a trabajar en el extensionismo o en la dirección de explotaciones agrícolas procuren que el mundo del agricultor sea, aún si cabe, más cercano al de la planta, que les transfieran sus conocimientos pensando en cuatro verbos de acción y además que mantengan ese orden: observar, razonar, controlar y convencer.

Así he andado por mi vida profesional, comprendiendo que me he desarrollado en un Sistema Productivo "Único": "El modelo de desarrollo hortícola de alto rendimiento de Almería". Modelo que ha traspasado fronteras y que es objeto

de estudio en múltiples universidades del planeta. Modelo que ha sido capaz de demostrar a todos que desde el sector primario se puede aportar a la economía igual que desde el terciario. La agricultura de Almería aporta a la economía provincial un 25% de su PIB. Modelo que se ha mantenido y se mantiene en el tiempo con la incorporación continua de tecnología: arenado de suelos, acolchados, tunelillos de plástico, invernaderos, semilleros especializados, riego localizado de alta frecuencia, injertos hortícolas, insectos polinizadores, etc. Todo el aporte renovándose en todo momento, actualizándose, para ayudar a la naturaleza a producir más y de mejor calidad. Mucha de esta tecnología ha sido endógena, otra importada y adaptada a nuestra producción mediterránea, pero hay un aporte que merece un homenaje y que solo se puede ver en el sureste español, me estoy refiriendo al arenado de suelos.

¿Sabían ustedes que de las 27500 hectáreas de cultivos bajo invernadero que existen en la provincia de Almería, aproximadamente 22000 hectáreas están arenadas?. Es algo único en el mundo. Y, ¿cuándo se escribió de esta técnica?; es asombroso, en el siglo XIV, antes del descubrimiento de América, por un almeriense de Pechina, llamado Ibn Luyun, en su libro "Tratado de Agricultura". En su epígrafe 6. Deducción de la naturaleza de la tierra por sus plantas. Modo de corregir sus defectos; nos dice: "... por último, si da plantas salobres, evidentemente contiene sal. Esto se corrige con arena y paja, con riegos y con la grata acción del estiércol. La tierra sobre los huesos debe tener de un dedo a tres, o menos, y se dice que sobre ella debe echarse arena, con objeto de que mantenga la frescura". Eso es lo que hacemos siete siglos después. Ese tratado nos deja unas definiciones inmejorables y, miren que se han escrito libros de fitotecnia. Encantadora, simple y completa me parece la definición que hace del Arte de la agricultura: "Es el conocimiento de las cosas necesarias para los cultivos". "Todo lo que de ella hay que explicar se reduce a cuatro pilares o elementos, que son: las tierras, las aguas, los abonos y las labores".

A veces he bromeado, que si en vez de ser una técnica del sureste de España fuese de cualquier Universidad importante de Estados Unidos, cada vez que a alguien, en cualquier lugar del mundo, se le ocurriese echar unos granos de arena al suelo estarían pagando royalties por esa acción, pero algo que se hace como legado de nuestra historia en un lugar concreto y, que es fácilmente copiable y transmisible por sus innumerables ventajas, desde el punto de vista productivo y patológico para los suelos y cultivos, apenas ha dado lugar a tres tesis doctorales. La pregunta es la misma a lo largo de mis 35 años de profesión ¿quién defiende al suelo? Muchas gracias.

Francisco Camacho Ferre
Catedrático de Horticultura Intensiva
Universidad de Almería

Palabras de presentación

a Jesús Martínez Frías

La máxima satisfacción que puede tener un profesor universitario es tener la ocasión de presentar a un antiguo discípulo que ha sabido desarrollar una brillante trayectoria en el campo de la investigación.

No sé en que medida he podido contribuir en su formación: primero como alumno de la Facultad de Ciencias Geológicas de Madrid y posteriormente en su iniciación a la investigación, con la Tesis de Licenciatura y la Tesis Doctoral, en el campo de los Recursos Minerales. Pero se cumple una vez más, el que un discípulo supera a su maestra.

Jesús Martínez Frías, hoy es reconocido por esta Asociación de Científicos, a quien agradezco la ocasión que me brinda para dirigir estas palabras "por sus contribuciones en el estudio de meteoritos y geología planetaria, así como por su excelente labor de divulgación".

Jesús dedicó sus primeros años de investigación a los Recursos geológicos de nuestro planeta, en la Universidad Complutense de Madrid y en el CSIC, primeramente en el Museo Nacional de Ciencias Naturales y posteriormente en el Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra en Granada, y muy pronto supo reconocer el interés que presenta el estudio geológico de los cuerpos planetarios próximos a la Tierra.

Una de las funciones de la vida es explorar su entorno. El ser humano ha explorado otros ambientes desde los confines de los océanos a las montañas más altas. Actualmente el hombre se siente capaz de explorar fuera de la Tierra y en un futuro no muy lejano colonizaremos la Luna y Marte.

Desde que el geólogo Harrison Smith, primer científico que pisó la Luna en 1972 en la Misión Apollo 17 y que descubrió los suelos anaranjados, constituidos por ilmenita, se ha abierto para la humanidad la posibilidad de colonizar el espacio próximo a la Tierra. Pero para ello es necesario conocer cuales son sus Recursos, dónde y cómo se encuentran y Jesús Martínez Frías es uno de los escasos científicos españoles que participa en este reto.

Actualmente, dirige el Departamento de Planetología y Habitabilidad del Centro de Astrobiología, centro Mixto CSIC-INTA, asociado a la NASA, donde fue Jefe y principal impulsor del Laboratorio de Geología Planetaria, que es único en España sobre esta temática. Es también co-fundador y responsable por parte del CSIC de la Unidad Asociada de "Espectroscopía Avanzada en Ciencias de la Tierra y Planetarias" en el Parque Tecnológico de Boecillo en Valladolid.

Sus investigaciones e interés se centran principalmente en tres líneas:

- Conocer las características e importancia astrobiológica de la materia extraterrestre, y su influencia en el origen y evo-



Jesús Martínez Frías y Jesús Rincón.

lución de la Tierra y la Vida, mediante el estudio de meteoritos y sus eventos de impacto.

- La identificación y selección de geo y biomarcadores en nuestro planeta, a partir de la investigación mineralógica, geoquímica y metalogenética de los denominados “análogos terrestres”, que puedan ser incorporados y utilizados en las misiones espaciales para la exploración e investigación planetaria y la búsqueda de vida (principalmente en Marte).

- Y en los aspectos geoeeducativos, geoeéticos y de divulgación asociados a dichos temas.

Entre sus múltiples actividades científicas relacionadas con este tema por el que hoy se le distingue destacan:

- Su participación en el vuelo de la NASA para el estudio de la lluvia de meteoroides cometarios en la Misión Leonidas (MAC 2002),

- Muy recientemente su participación como único geólogo español en el Equipo de Ciencia de la misión NASA-MSL (Curiosity), en Marte, con nivel de Co-Investigador oficial de la estación REMS.

Jesús ha realizado campañas científicas en la Antártida, Islandia y Mauritania para el estudio de procesos geológicos en ambientes extremos y la investigación de cráteres de impacto meteorítico.

Entre sus nombramientos voy a destacar:

- Que es el Coordinador en España de “The Planetary Society” (de la que es Miembro desde hace más de 25 años).

- Que fue Miembro Experto del Comité de Recursos Naturales de Naciones Unidas en representación de Europa Occidental.

- Ha sido representante de España y Vicepresidente (en dos ocasiones) de la Comisión de Ciencias y Tecnología para el Desarrollo de la ONU, en la última en calidad de “Relator”.

- Co-Director del “Mars Focus Group”, del Instituto de Astrobiología de la NASA”.

- Responsable en España del Programa de Estudiantes Astronautas de la Planetary Society, en el 2004.

Actualmente, es miembro de dos Focus Groups de la NASA: “Termodinamica, Desequilibrio y Evolucion” y “Astro-

biología y Sociedad”

En 2010 fue elegido Presidente de la Comisión científica de Educación, Formación y Transferencia de Tecnología en Geociencias de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas y re-elegido para el periodo 2012-2016 en el marco del reciente Congreso Geológico Internacional celebrado en Australia.

No voy a tratar de enumerar el impresionante curriculum científico que tiene Jesús Martínez Frías: en publicaciones, más de 200, la mayor parte recogidas en el SCI, libros nacionales e internacionales, numerosas conferencias y comunicaciones impartidas, Ha mantenido una intensa actividad en la Comunidad Científica, perteneciendo y ocupando cargos directivos de muchas de ellas habiendo recibido galardones, menciones y reconocimientos nacionales y muchos internacionales.

Pero esta magnífica faceta científica en absoluto eclipsa su faceta humana: amigo de sus amigos, siempre dispuesto a colaborar generosamente con quien se lo pide y dedicado a su entrañable familia: Joaquín en la que siempre ha encontrado su principal soporte y sus hijos Enrique y Beatriz. Por todo esto Jesús te doy mi más cariñosa enhorabuena.

Rosario Lunar

*Catedrática de Cristalografía y Mineralogía
Directora del Instituto de Geociencias (UCM-CSIC)*

Respuesta del galardonado

Permítanme que estas primeras palabras sean para expresar que es un placer para mí encontrarme de nuevo con antiguos amigos y colegas de la AEC. Con muchos de ellos, tuve la oportunidad de compartir, hace ya algún tiempo, la ilusión por impulsar las actividades de la Asociación, así como el nacimiento de su revista “Acta Científica y Tecnológica”. He procurado estar atento a los progresos de la AEC y me congratula su madurez institucional y los avances obtenidos en sus 41 años de existencia, reflejados, en buena parte, en la consolidación de sus prestigiosos galardones, en ésta ya su decimoquinta edición.

Quiero manifestar mi profundo agradecimiento a la AEC por la concesión de esta Placa de Honor, que acepto con mucho gusto, pues qué mayor privilegio para un investigador que sus propios colegas, los científicos españoles, reconozcan su labor. Una labor que, como se indica en las razones esgrimidas para la concesión del galardón, aúna dos aspectos que he procurado desarrollar en paralelo a lo largo de mi carrera investigadora: por una parte el estudio de Meteoritos y Geología Planetaria, y por otra la Divulgación Científica ligada a dichas investigaciones.

Si nos centramos en los aspectos más científicos de la concesión del premio, creo apropiado describir sucintamente cuáles

fueron mis inicios en estas temáticas, que se remontan al año 1985, hace ya 27 años. Es importante tener en cuenta que, aunque siempre me había interesado la Geología Planetaria (o Astrogeología), en España no existía ninguna especialidad ni departamento universitario donde poder formarse e investigar sobre estos temas.

Por ello, la llegada a España en 1985 de The Planetary Society, fundada sólo cinco años antes por Carl Sagan, Bruce Murray y Louis Friedman, con el principal objetivo de “motivar la exploración de nuestro sistema solar y la búsqueda de vida extraterrestre” fue, sin duda, clave y determinante para mi futuro, marcando lo que ha sido mi actividad científica principal hasta el momento presente. Mirando hacia atrás, creo que el hecho de asociarme a The Planetary Society me abrió la puerta a contactar con otros colegas con similares intereses y a tomar la decisión de focalizar mi formación, actividad y conocimientos hacia el espacio.

Tuvieron que pasar trece años, para comprobar que esta decisión había tenido consecuencias positivas, desde el punto de vista institucional. En 1998 tuvo lugar otro hecho que marcó un punto de inflexión en mi trayectoria: el profesor Juan Pérez Mercader vino a visitarme al que era mi despacho del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. Tras indicarme que estaba promoviendo el establecimiento en España de un Centro de Astrobiología (CAB), me propuso que me uniera al equipo con objeto de participar en la organización del Centro y desarrollar investigaciones en el campo de la geología planetaria. Tras muchos preparativos y esfuerzo por parte de todos, el 19 de noviembre de 1999 se firmó el acuerdo CSIC-INTA de constitución del CAB y tres años más tarde establecimos la Unidad Asociada CSIC-UVA (entre cuyos proyectos destaca nuestra participación en la misión ExoMars de la ESA con un espectrómetro Raman miniaturizado, bajo la dirección de mi buen colega, el profesor Fernando Rull). El proceso culminó en enero de 2003, con la inauguración oficial del nuevo edificio del CAB, mediante un importante simposio al que asistieron autoridades y científicos del máximo relieve, entre ellos el Presidente del Gobierno y tres premios Nobel. Considero significativo señalar que el profesor Pérez Mercader fue galardonado, hace cuatro años, con una de las Placas de Honor de la Asociación Española de Científicos.

La Astrobiología ha contribuido de manera muy relevante al desarrollo de la Geología Planetaria en nuestro país. La influencia de la NASA y su amplia experiencia en investigación y exploración espacial ha sido crucial para ello. Recientemente, he tenido la oportunidad de comprobarlo personalmente en el marco de mi participación en la misión del rover Curiosity (una experiencia única para cualquier investigador), como miembro del equipo científico del instrumento español REMS (una estación medioambiental instalada en el rover cuyo desarrollo iniciamos en 2004). Pues bien, en la misión del Curiosity, casi el 90% de los científicos involucrados son



De izquierda a derecha Javier Tello, Alfonso Navas, José Lladó, Teófilo Sanfeliú, Emilio Lora-Tamayo, Jesús María Rincón, Jesús Martínez Frías, Rosario Lunar, Carlos Hernández Revilla y Donato Herrera.

geólogos (algo impensable en España donde, debido a nuestra falta de experiencia en planetología, aún se sigue pensando que el tema “Espacio” compete exclusivamente al campo de la Física (concretamente la Astronomía y Astrofísica) y, por ello, en los programas, tribunales y comisiones sobre Ciencias del Espacio no es posible encontrar ni un solo experto en Geología Planetaria. Una visión limitada de las Ciencias de la Tierra y del Espacio que, en mi opinión, debería corregirse. Tal vez convenga recordar, como ya se ha mencionado, que el único científico que ha estado en la Luna ha sido un geólogo, el doctor Harrison Schmidt (Apollo 17).

A pesar del avance de la Astrogeología en España, el número de especialistas es aún muy bajo si lo comparamos con otros países europeos y no digamos si nos referimos a EEUU. Los geólogos también tenemos que hacer autocritica, pues hemos sido responsables, en buena parte, de esta situación. Resulta llamativo que, a pesar del impacto de las investigaciones sobre Meteoritos y Geología Planetaria en las mejores revistas científicas del mundo, no haya ninguna universidad española con una especialidad concreta sobre estas temáticas, teniendo en cuenta su importancia para comprender el origen y evolución de la Tierra y los episodios críticos que marcaron su compleja evolución geobiológica. Un atraso que se debería analizar por la comunidad geológica académica que, en muchos casos, sigue pensando que estos temas son “ciencia ficción” cuando en realidad se trata de “ciencia avanzada”.

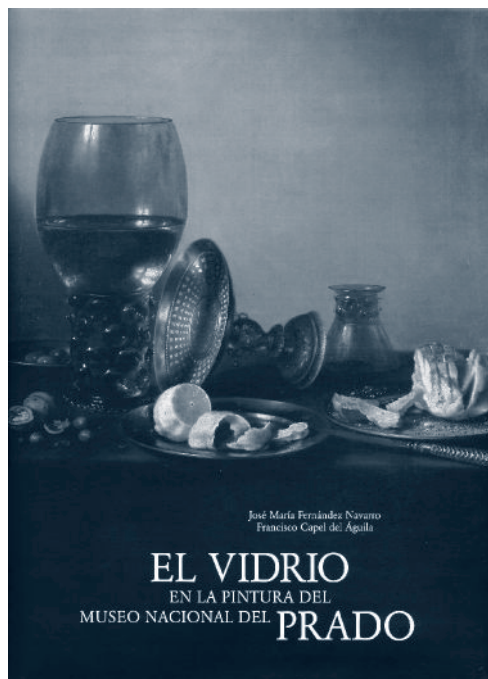
Finalmente, si nos centramos en los aspectos del galardón relacionados con la divulgación en geociencias, pienso que la comunicación científica es una pieza clave del engranaje que conecta ciencia y sociedad. Por ello, desde hace

más de 25 años he procurado también fomentar esta faceta. Con Internet y la globalización de la información, esta labor es ahora más fácil, aunque también existen nuevos riesgos que hay que afrontar, en nuestro caso especialmente de tipo geoético. Hay que imbricar las redes sociales y las científicas, manteniendo también repositorios de calidad, como los de RedIRIS y el CSIC.

Todo esto no habría sido posible sin mi formación previa en la Facultad de Ciencias Geológicas de la UCM y las posteriores colaboraciones en proyectos e iniciativas científicas y académicas junto con numerosos colegas y compañeros. De todos ellos, la figura de la profesora Rosario Lunar, catedrática del Departamento de Cristalografía y Mineralogía de la UCM, Directora del Instituto de Geociencias (CSIC-UCM) y Académica de Número de la Real Academia de Doctores de España, sobresale, sin duda, como una persona con la que he aprendido y compartido, desde hace ya 31 años, una relación única e irrepetible. Por ello, es un privilegio para mí recibir y aceptar este galardón –en especial viniendo de su mano la presentación– siendo principalmente a ella a quien dirijo y dedico esta respuesta, con todo mi reconocimiento y afecto.

Mi felicitación al resto de los galardonados y mi agradecimiento especial y muy personal a mi esposa Joaqui, y a mis hijos Enrique y Beatriz.

Jesús Martínez Frías
Investigador Científico del CSIC



El vidrio en la pintura del Museo del Prado

A lo largo de su historia milenaria, el vidrio ha combinado su funcionalidad para multitud de aplicaciones de uso común con su valiosa contribución al desarrollo científico y con su importante papel como material para la creación artística. Ningún otro medio de información mejor que la pintura puede ofrecer un testimonio documental tan fiel de la abundante y diversa presencia del vidrio en la vida cotidiana de cada época. A su fidelidad une el placer de su contemplación artística. Por eso rastrear las huellas que ha dejado el vidrio en la pintura es una fascinante tarea que se convierte en privilegio cuando se tiene la oportunidad de adentrarse en la colección del Museo Nacional del Prado para buscar, entre los más de ocho mil cuadros que componen parte de su tesoro artístico, los diversos objetos de vidrio representados en ellos. Este estudio ha permitido catalogarlos y clasificarlos tipológicamente en tres índices, así como describir sus características, su evolución histórica y su procedencia geográfica.

Con la lectura de esta obra se recorre un camino en el que el guía protagonista es el vidrio bajo las diversas fisonomías de botellas, copas, ventanas, espejos, instrumentos ópticos, objetos de laboratorio, etc. con que se hace presente en los cuadros. En ocasiones, estas piezas son uno de los motivos de interés principal del cuadro, como ocurre en muchos bodegones; en otras contribuyen a la decoración de la escena o forman parte de ella como elementos arquitectónicos, como sucede con las ventanas y vidrieras.

Pero si la catalogación e indexación de los cuadros encierran el valor de un trabajo paciente y minucioso, el atractivo especial para el lector reside en las magníficas reproducciones de aquellas obras en las que los objetos de vidrio desempeñan un protagonismo principal o constituyen una muestra particularmente ilustrativa de sus peculiaridades más destacables. Junto al largo centenar de cuadros del Museo Nacional del Prado seleccionados para su inclusión en este libro, figura una veintena de cuadros especialmente representativos, guardados en otros museos. Asimismo, se incluyen imágenes de piezas de vidrio originales, pertenecientes a distintos museos y colecciones privadas que sirven como referencia de algunas de las que aparecen en los cuadros.

SUMARIO

Introducción.- Breve panorama histórico del vidrio.- Vidrio hueco.- Vidrio plano.- Vidrio científico.- Objetos varios.- Resumen.- Bibliografía.- Galería de imágenes.- Índice de cuadros ordenados por número de catálogo en el Museo Nacional del Prado.- Índice temático clasificado por tipologías.- Índice onomástico de pintores.- Glosario de objetos de vidrio

VENTA

Precio: 35,00 euros IVA incluido.

Recogida: calle Albasanz, 26-28. 28037 Madrid. Proyecto P.I.E. 201210E022 (I.P. M^a Ángeles Villegas – Despacho 2D28).

Gastos de envío: por cuenta del cliente a cualquier destino.

José María Fernández Navarro es doctor en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense. Durante su formación postdoctoral estuvo en el Instituto Max Plank de Investigación de Silicatos en la ciudad de Würzburg. Posteriormente se reincorporó al CSIC donde ha desarrollado toda su actividad científica como profesor de investigación al frente del Departamento de vidrios desde 1972 hasta 1998. En este mismo año, fue destinado por el CSIC en atribución temporal de funciones a la Fundación Centro Nacional del Vidrio (Real Fábrica de Cristales de La Granja de San Ildefonso). En 1999 recibió la Placa de Honor de la AEC. En 2001 se reincorporó de nuevo al CSIC en el Instituto de Óptica Daza Valdés, en el que ha desempeñado la última etapa de su actividad científica hasta su jubilación.