

PRIMER SEMESTRE. 2015

PANORAMA SOCIAL



EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN, BASES DE UN MODELO PRODUCTIVO DE FUTURO



Educación y sociedad del conocimiento
Investigación y avances científicos
Desarrollo económico y tejido productivo
Responsabilidad social corporativa e innovación social

COLABORAN:

Alberto Andreu Pinillos, Fernando Domínguez Puente,
Pablo Espinet, Ramón Flecha, Jonathan Gómez Cantero,
David Leal García, José María Leal Villalba,
M. Arturo López-Quintela, José Antonio Marina Torres,
José María Pérez González (Peridis)

Cecabank, el acento en lo que **importa**

Así nace Cecabank. Nuestra mirada al futuro que pone el acento en lo que verdaderamente importa. La profesionalidad, madurez y solvencia de años de experiencia en servicios financieros especializados y globales, nos dan la clave de dónde poner el peso en nuestro trabajo. En Cecabank estamos preparados para demostrar lo que nos diferencia.

**Servicios financieros Tesorería Medios tecnológicos y servicios de pago
Consultoría financiera y servicios de apoyo**

PRIMER SEMESTRE. 2015

PANORAMA SOCIAL



EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN
E INNOVACIÓN,
BASES DE UN MODELO
PRODUCTIVO DE FUTURO





PATRONATO

ISIDRO FAINÉ CASAS (*Presidente*)
JOSÉ MARIA MÉNDEZ ÁLVAREZ-CEDRÓN (*Vicepresidente*)
FERNANDO CONLLEDO LANTERO (*Secretario*)
MIGUEL ÁNGEL ESCOTET ÁLVAREZ
AMADO FRANCO LAHOZ
MANUEL MENÉNDEZ MENÉNDEZ
PEDRO ANTONIO MERINO GARCÍA
ANTONIO PULIDO GUTIÉRREZ
VICTORIO VALLE SÁNCHEZ
GREGORIO VILLALABEITIA GALARRAGA

PANORAMA SOCIAL

Número 21. Primer semestre. 2015

CONSEJO DE REDACCIÓN

CARLOS OCAÑA PÉREZ DE TUDELA (*Director*)
ELISA CHULIÁ RODRIGO (*Editora*)
VÍCTOR PÉREZ-DÍAZ
ANTONIO JESÚS ROMERO MORA
VICTORIO VALLE SÁNCHEZ

PEDIDOS E INFORMACIÓN

FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS
Caballero de Gracia, 28, 28013 Madrid.
Teléfono: 91 596 54 81
Fax: 91 596 57 96
Correo electrónico: publica@funcas.es

Printed in Spain
Edita: FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS (Funcas)
Caballero de Gracia, 28, 28013 Madrid.

© FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS. Todos los derechos reservados.
Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación,
así como la edición de su contenido por medio de cualquier proceso
reprográfico o fónico, electrónico o mecánico, especialmente imprenta,
fotocopia, microfilm, *offset* o mimeógrafo, sin la previa autorización
escrita del editor.

ISSN: 1699-6852
Depósito legal: M-23-401-2005
Maquetación: FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS (Funcas)
Imprime: CECABANK

Las colaboraciones en esta revista reflejan exclusivamente la opinión
de sus autores, y en modo alguno son suscritas o rechazadas por la
FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS.

Índice

-
- 5 | PRESENTACIÓN
-
- 11 | La educación como generadora de talento
JOSÉ ANTONIO MARINA TORRES
-
- 23 | ¿Hacia una economía basada en el conocimiento? Un largo camino
PABLO ESPINET
-
- 39 | Nanoquímica: una verdadera revolución científico-tecnológica
M. ARTURO LÓPEZ-QUINTELA
-
- 51 | Colaboración público-privada en innovación tecnológica
JOSÉ MARÍA LEAL VILLALBA
-
- 65 | Evaluación del impacto de la investigación en Ciencias Sociales
y Humanidades en la Unión Europea. El proyecto IMPACT-EV
RAMÓN FLECHA
-
- 75 | La investigación biomédica y su traslación a la clínica
FERNANDO DOMÍNGUEZ
-
- 87 | Las Lanzaderas de Empleo y Emprendimiento Solidario:
claves de una iniciativa de innovación social en desarrollo
JOSÉ MARÍA PÉREZ GONZÁLEZ (PERIDIS)

101 | Implicaciones del cambio climático en la transición hacia un modelo productivo de futuro

DAVID LEAL GARCÍA Y JONATHAN GÓMEZ CANTERO

115 | RSC: de un concepto secuestrado a una herramienta de I+D a través de la innovación social. El ejemplo de las TIC

ALBERTO ANDREU PINILLOS

Presentación

La larga crisis económica iniciada en España a finales del año 2007 ha tenido un efecto demoledor en el aumento de personas desempleadas, en particular en el desempleo de larga duración y en el desempleo juvenil. El estallido de la burbuja inmobiliaria puso de manifiesto la vulnerabilidad del modelo productivo y de la economía basada en él, que en el contexto global sufrió un aumento de la tasa de paro más pronunciado que en los países del entorno. Según datos de la Encuesta de Población Activa, el paro de los menores de 25 años alcanzó en 2014 el 51,8 por ciento, mientras que la tasa de paro total se situó en el 23,7 por ciento. Esta última cifra mejora en dos puntos la de 2013, año en que se alcanzó el pico máximo. Desde entonces hasta el momento, se han creado más de 500.000 nuevos puestos de trabajo, siendo los sectores de la industria y los servicios los más favorecidos; esta creación neta de empleo se ha logrado en buena parte mediante la reasignación de efectivos, orientándose sobre todo hacia los sectores que producen bienes para la exportación. Sin embargo, el alto porcentaje de contratos temporales, muchos de ellos de menos de tres meses de duración, indica incertidumbre económica y pone de manifiesto un importante grado de desconfianza en la estructura productiva en vigor en España.

Un mensaje claro ha dejado esta crisis: el paisaje laboral que nos encontramos a la salida del túnel es muy distinto del que había a la entrada, y muchos de los empleos que se fueron no volverán. Este efecto se debe no solo a la cri-

sis económica, sino también a que, además, se ha acelerado el proceso de transición de la sociedad industrial a la sociedad del conocimiento. Esta importante novedad crea la oportunidad de nuevos puestos de trabajo, pero también es causa de un estrés adicional sobre numerosos sectores productivos, que se ven abocados a procesos de reconversión de calado para adaptarse a un entorno que se transforma a gran velocidad. El modelo productivo vigente hasta ahora presenta síntomas evidentes de agotamiento y, para recuperar los niveles de empleo anteriores a la crisis, debe reinventarse apostando por sectores productivos emergentes y aprovechar las oportunidades de generación de empleo que ofrece la sociedad del conocimiento.

La transición hacia un modelo productivo de futuro está íntimamente ligada a las condiciones de vida y oportunidades de desarrollo personal y laboral de una parte considerable de la población. Difícilmente podemos permitirnos como sociedad que decenas de miles de jóvenes emigren a otros países en busca de trabajo porque no encuentran aquí alternativas de empleo bien remunerado y con futuro. Muchos de ellos son titulados universitarios, un valioso capital humano en cuya formación España ha invertido cuantiosos recursos económicos sin que ahora se perciba el retorno esperado. Los casos de Corea del Sur, Dinamarca o Finlandia que, teniendo similares características en cuanto a recursos naturales, están a la cabeza en innovación tecnológica, son clarificadores y pueden convertirse en referencias importantes para nuestro país.

El número 21 de PANORAMA SOCIAL, coordinado por **José María Leal Villalba** (Universidad de Burgos) y **David Leal García** (Universidad Isabel I de Castilla), plantea la necesidad de reflexionar sobre los problemas del modelo productivo que ha prevalecido hasta ahora, basado sobre todo en la construcción y en el turismo como fuentes de creación de riqueza, y caminar hacia otro modelo basado en la innovación empresarial, el fomento y el apoyo a la investigación como palancas para crear riqueza y empleo tecnológico de futuro; un modelo basado en la cualificación y en la adquisición de conocimientos que tenga como objetivo el bienestar colectivo y el respeto a los límites físicos del planeta. En definitiva, un modelo generador de empleo de calidad y de oportunidades para todos, y en particular para la juventud.

El número consta de nueve artículos que enfocan este objetivo desde tres puntos de vista diferentes. En los dos primeros artículos se analizan algunas dimensiones clave en la formación de los jóvenes en las etapas de enseñanza básica y universitaria, definiendo las virtudes y las carencias de cada una de ellas, poniendo énfasis en las sucesivas modificaciones legislativas, en su incidencia en los resultados de la formación y en la valoración que la sociedad hace de su sistema educativo. Los cuatro artículos siguientes se refieren a diversos ejemplos de éxito empresarial en España basados en la revolución nanotecnológica que se avecina, en la innovación como fuente generadora del conocimiento, en la investigación biomédica y en la aportación de la investigación en ciencias sociales a la creación de empleo. Los tres últimos artículos versan directamente sobre la transición de la situación de desempleo a un nuevo empleo mediante el trabajo en equipo; se aborda un nuevo concepto de responsabilidad social corporativa como fuente de creación de empleo, y, finalmente, se explora el formidable reto que supone el cambio climático para la transición a un modelo productivo de futuro y la oportunidad que representa en términos de generación de empleo verde. España cuenta con los recursos y el capital humano necesarios para desarrollar una economía dinámica capaz de satisfacer las necesidades sociales y dar respuesta a los desafíos del siglo XXI.

El número se inicia, de la mano del filósofo **José Antonio Marina Torres**, quien pone el acento sobre una cuestión previa e indispensable para que la transición productiva pueda ponerse en marcha. El autor señala que en la ecuación I+D+i, ampliamente considerada como

la clave del éxito, falta un factor fundamental que engloba y hace posibles los demás: la A de aprendizaje. La discusión sobre las potencialidades y los desafíos de la sociedad del conocimiento no puede plantearse, por tanto, al margen de la pregunta sobre el papel que debe jugar la educación en el desarrollo de las capacidades de aprendizaje necesarias para adaptarse y responder inteligente y eficazmente al entorno. Se puede afirmar que vivimos en una sociedad del aprendizaje en la medida en que vivir en una época de cambios acelerados y continuos conlleva la oportunidad y la responsabilidad de aprender a lo largo de toda la vida, de modo que no solo los individuos, sino el sistema en su conjunto, deben aprender permanentemente. Marina señala la educación como la fuente fundamental generadora de talento, entendiendo aquella no como una atribución exclusiva del sistema escolar, sino, sobre todo, ejercida por el conjunto de la ciudadanía corresponsablemente. En el terreno de la educación en sentido amplio se decide el futuro de nuestra especie, y esto es responsabilidad de todos.

Pablo Espinet Rubio (Universidad de Valladolid) reflexiona sobre la mentalidad colectiva en relación a la ciencia y al sistema de investigación. Desgrana y analiza con sentido crítico la serie de errores pasados y presentes que han jalonado el camino hacia una percepción social que excluye la componente científica como parte de lo que comúnmente se conoce como "cultura". Expone los condicionamientos educativos como sociedad y los obstáculos para una reorientación cultural y de gestión que han dificultado la transición hacia la economía del conocimiento, y propone recuperar el papel de la ciencia como uno de los ejes de la cultura y el pensamiento y, consecuentemente, fomentar la curiosidad científica en las etapas de educación escolar obligatoria si se quiere caminar hacia una economía basada en el conocimiento científico y técnico. El autor se detiene en la regulación normativa del sistema universitario y en los fallos en su aplicación que explican la ausencia de alguna de nuestras universidades entre las cien mejores del mundo. Por último, plantea algunas vías interesantes para mejorar posiciones en las escalas de producción científica, fomentar la creación de redes transversales de grupos de investigación en nuestras universidades y una mayor colaboración universidad-empresa.

Pocos sectores son hoy tan prometedores en términos de transformaciones económicas y

sociales como la nanotecnología. **Arturo López Quintela** (Universidad de Santiago de Compostela) explica el origen, las bases científicas y las aplicaciones de los nanomateriales como un instrumento clave para la próxima revolución ya en ciernes. Cuando los materiales aumentan su superficie relativa respecto del volumen que ocupan, aparecen muchas propiedades que son previsibles; y lo mismo ocurre cuando los materiales reducen su tamaño. Pero cuando lo disminuyen hasta solamente unos pocos centenares de átomos (nanomateriales), entonces los cambios que se producen en sus propiedades son imprevisibles, y surgen otras nuevas que los convierten en una verdadera revolución tecnológica cuyas aplicaciones se extienden a campos como la medicina, la electrónica, las comunicaciones, la agricultura, el medio ambiente, la síntesis de nuevos medicamentos, las industrias textil y cosmética, etcétera. El aumento de las investigaciones en este campo durante los últimos quince años ha sido exponencial. España, que cuenta con grandes investigadores y grupos de prestigio en la investigación nanotecnológica, se encuentra ante una oportunidad inmejorable para subir al tren del futuro y generar empleo altamente cualificado. Mantener el nivel de los países europeos en este campo exige apostar por un apoyo más continuado mediante la financiación de grupos de investigación, de científicos, de tecnólogos y de empresas.

La preocupante disminución de la inversión pública durante los últimos años, destinada a financiar proyectos de investigación competitivos, es analizada por **José María Leal Villalba** (Universidad de Burgos). Precisamente en tiempos de crisis económica es cuando hay que apoyar de forma aún más decidida la investigación y la innovación como vías más seguras para salir de esa situación cuanto antes. El inicio de la crisis afectó a todos los países de la Unión Europea al mismo tiempo, pero unos la han superado antes que otros. La reducción de la inversión pública en España en tareas de investigación a partir del año 2008 ha supuesto pérdida de masa crítica dedicada a tareas de I+D+i, una masa que difícilmente volverá. La formación de investigadores es tarea a largo plazo y debe ser continuada en el tiempo, sin interrupciones. Tras desarrollar estos argumentos, el autor presenta dos ejemplos de éxito empresarial basados en la innovación continua, la atención a las demandas del mercado, la colaboración estrecha con la Universidad para la transmisión del conocimiento y

la colaboración público-privada para concurrir con éxito a proyectos nacionales y europeos. Se analizan mediante casos de estudio significativos las aportaciones a la innovación de dos empresas que se han convertido en líderes mundiales en sus respectivos campos de actividad: el sector de la automoción y el de la conservación de alimentos. En sus orígenes, ambas fueron dos modestos talleres que progresaron gracias a la innovación continua.

Ramón Flecha García (Universidad de Barcelona) profundiza en la aportación de las ciencias sociales y humanas (CSH) a la I+D+i, entendiendo que la sociedad de la información y del conocimiento ofrece oportunidades de desarrollo económico y social, pero también grandes retos provocados por la desigualdad y las barreras de exclusión. La investigación en CSH al más alto nivel puede aportar eficaces teorías y prácticas para diagnosticar y mitigar las desigualdades; teorías y prácticas que posibilitan mayores niveles de inclusión social aprovechando las oportunidades que presentan las transformaciones económicas. Flecha sostiene que la comunidad científica internacional en el ámbito de las ciencias sociales está llamada a desempeñar un papel central en la consecución de los objetivos que la sociedad tiene ante sí, pero advierte de la imperiosa necesidad de que la I+D+i en CSH cuente con criterios claros de medición de su impacto científico, político y social; es decir, su contribución y retorno a la sociedad debe poder evaluarse rigurosamente. El autor expone los parámetros de medición y evaluación del impacto de la I+D+i en CSH financiada por la Unión Europea, labores clave para orientar el diálogo científico y social hacia actuaciones de éxito en la transición a modelos productivos estables, competitivos, social y ambientalmente sostenibles y generadores de empleo de calidad.

Fernando Domínguez Puente (Universidad de Santiago de Compostela) expone cómo la innovación en biomedicina puede encontrar campos de aplicación desde la investigación básica. Trasladar a la práctica clínica los conocimientos adquiridos en el laboratorio requiere conocer las causas de la enfermedad y poder desarrollar los instrumentos terapéuticos para tratarlas. Como ejemplo, la proximidad del investigador al enfermo ha sido un factor clave para conocer las bases genéticas de las enfermedades, creándose una nueva rama que permite a pacientes de enfermedades comunes beneficiarse de la

información genética. Un ejemplo reconocido es la Fundación Galega de Medicina Xenómica (FPGMX) que presta servicio en conexión con los hospitales públicos de Galicia y cuyos servicios son requeridos desde numerosos puntos de Europa. Otro ejemplo motivador es la medicina de precisión, propuesta recientemente en los Estados Unidos. Su objetivo consiste en generar una base muy amplia de voluntarios que incluya datos genéticos y del microbioma de una población numerosa, lo que puede abrir una nueva era en la medicina. Creando un modelo matemático potente es posible predecir cómo va a evolucionar una determinada enfermedad, cómo va a responder un enfermo y qué medicamento puede ser más efectivo para un determinado paciente. Estos dos ejemplos sugieren la existencia de un gran potencial de creación de empleo tecnológico altamente cualificado que implicaría a diversas disciplinas científicas.

El polifacético arquitecto, dibujante y humorista **José María Pérez "Peridis"** (Fundación Santa María la Real) es impulsor de las *lanzaderas de empleo y emprendimiento solidario*, una iniciativa puntera de innovación social aplicada a la creación de empleo. A través de las lanzaderas, desempleados de larga duración constituyen equipos de apoyo mutuo que trabajan juntos con el objetivo de conseguir empleo para todos sus integrantes, bien sea por cuenta ajena, bien por cuenta propia iniciando un nuevo proyecto empresarial cooperativo con la ayuda de un *coach*. Desde la perspectiva de las lanzaderas, los parados no son un problema, sino un recurso y una fuente de soluciones, no solo para su propia situación, sino también para satisfacer necesidades sociales y económicas desatendidas. Cada una de estas plataformas representa un ejemplo de cómo la creatividad y la imaginación son clave para crear los empleos del futuro. Los resultados obtenidos por las lanzaderas ponen de manifiesto que, para solucionar el paro, el problema más grave que sufre la sociedad española, se necesita no solo de políticas públicas eficaces, sino también de la implicación de toda la sociedad. Los nuevos problemas y circunstancias requieren soluciones y enfoques adaptados a las especificidades de los nuevos escenarios. En ese sentido, las lanzaderas proponen un nuevo paradigma centrado en la estrategia de creación de empleo, y encarnan una forma novedosa y humana de entender el problema del paro según la cual las personas afectadas pasan de ser víctimas a protagonistas organizados de forma soli-

daría en la búsqueda de soluciones a la situación que atraviesan.

Jonathan Gómez Cantero (IPCC) y **David Leal García** (Universidad Isabel I de Castilla) exploran el impacto de la crisis ecológica en España y sus implicaciones en la transición a un modelo productivo de futuro. El cambio climático es el mayor reto global al que se enfrentará el ser humano. Por su ubicación geográfica, España debe afrontar retos que podrían tener impacto directo en sectores como el turismo, la pesca o la agricultura, la salud y la calidad de vida de la población, así como la seguridad y estabilidad de la región. Continuar con el actual modo de producción y consumo puede suponer desequilibrios ecológicos, sociales y geopolíticos en las próximas décadas. Los peores impactos son evitables si se adoptan medidas eficaces de mitigación y adaptación del cambio climático, centrándose en los sectores más vulnerables. Como preparativo para la cumbre del clima de París COP 21 a finales de 2015, la encuesta mundial *World Wide Views on Climate and Energy* muestra que la población española tiene un alto nivel de conciencia de los desafíos y las oportunidades que entraña el cambio climático, y apuesta por impulsar una transición hacia un modelo energético y productivo sostenible. En efecto, la encuesta revela que un porcentaje elevado de la población española (superior a la media de la UE y de un amplio conjunto de países del mundo) percibe el cambio climático como una oportunidad para la mejora de la calidad de vida antes que como amenaza. Este resultado concuerda con la previsión de que el "empleo verde" va a constituir la mejor estrategia de generación de empleo sostenible y de calidad. La economía es un subsistema de la biosfera, y la transición a un modelo productivo de futuro debe aprender a equilibrar las demandas humanas con los límites físicos del planeta.

La oportunidad de transformar en innovación social el tradicional concepto de responsabilidad social corporativa (RSC) es justificada y desarrollada por **Alberto Andreu Pinillos** (Telefónica). El autor toma como ejemplo las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC), en la medida en que estas encuentran un gran potencial de aplicación por encontrarse en el centro de todos los motores del crecimiento con impacto positivo en la productividad en materia de salud, educación, discapacidad, eficiencia energética, voluntariado corporativo, cambio climático o patrocinios sociales. Incluso el autoempleo y el emprendimiento basados en las TIC

pueden ser motor de productividad. Frente a la RSC “clásica”, que surge como una llamada a las empresas globales a practicar actuaciones homogéneas en los diversos países en los que operan (tanto en aspectos sociales, como laborales o medioambientales), la RSC “socialmente innovadora” aparece como un concepto más evolucionado, en la medida en que supera el contenido de la filantropía y se adentra más en la cadena de valor de la empresa al plantear la inversión en proyectos sociales de forma análoga a como se plantea la inversión en I+D+i y, además, hacerlo de forma dialogada.

En resumen, este número plantea elementos de debate desde una pluralidad de perspectivas para abordar, en toda su complejidad, el reto de superar el actual modelo productivo, sin capacidad para generar suficientes puestos de trabajo de calidad para una población crecientemente cualificada. La complejidad del reto aumenta si tenemos en cuenta que, tras la crisis, es difícil imaginar una “vuelta a la normalidad” porque, como ya se apuntó al comienzo de esta presentación, muchos de los trabajos y profesiones que se fueron no volverán. En la transición de la sociedad industrial a la sociedad del conocimiento es necesario crear nuevas profesiones y potenciar sectores productivos que respondan a las necesidades de la sociedad, y que sean capaces de generar empleo. En esta ambiciosa empresa debe concurrir y participar activamente toda la sociedad, el sistema educativo en su conjunto, el tejido investigador, las *pymes*, las grandes empresas y, en particular, los sectores productivos punteros que modelarán el siglo XXI. Confiamos en que este número de PANORAMA SOCIAL contribuya a desarrollar un debate fascinante, necesario y de gran interés para todos, y que su lectura resulte agradable.

La educación como generadora de talento

JOSÉ ANTONIO MARINA TORRES*

RESUMEN

La tradicional fórmula I+D+i debe completarse añadiendo la E de educación. La economía del talento nos obliga a vivir en una sociedad del aprendizaje continuo. La educación como *generadora de talento* se convierte por ello en agente indispensable no solo para elevar el nivel de nuestra convivencia social, y de nuestro desarrollo personal, sino también para mejorar nuestro nivel económico. Las sociedades deben por ello cuidar de su "sistema de generación de talento", compuesto por todos los agentes formativos: escuela, familia, empresas, medios de comunicación, etc. Numerosos estudios demuestran que la inversión en educación primaria, secundaria y formación profesional es la que produce mayores retornos a la sociedad. Ahora bien, la generación de talento no vale para nada si este no se sabe utilizar y mantener. Por eso hace falta crear cauces flexibles y eficaces para el empleo y la formación a lo largo de la vida.

1. EL NUEVO PANORAMA ECONÓMICO

1.1. Una fórmula incompleta

Hay fórmulas que se repiten con insistencia y fervor, como si fueran un conjuro eficaz. Una de ellas es I+D+i. Investigación+ desarrollo+

* Universidad Antonio de Nebrija de Madrid (jamarina@movilizacioneducativa.net).

innovación. Todo el mundo piensa que es la clave del éxito. Utilizando una expresión popular, esto es coger el rábano por las hojas. Tomándola al pie de la letra, hace pensar que los tres elementos surgen de la nada, autosuficientes, por generación espontánea. La realidad es muy distinta. Si queremos que el conjuro funcione, tenemos que añadirle el factor que lo pone en marcha y lo hace posible. La A de *aprendizaje*. Por lo tanto, la fórmula acertada es:

A (I+D+i)

En efecto, a pesar de lo mucho que se habla de que hemos entrado en la era del conocimiento, de la tecnología, de la información, donde hemos entrado realmente es en la edad del aprendizaje permanente. Las sociedades que triunfan son las sociedades que son capaces de aprender. Hasta la política, como ha escrito Daniel Innerarity (2009), "debe pasar de un estilo normativo a otro cognitivo, es decir, de una actitud ideológica a una actitud de aprendizaje". Los marcos teóricos cambian a la misma velocidad que lo hacen las invenciones técnicas. Es evidente que tanto la investigación, como el desarrollo, como la innovación solo son posibles en un contexto de aprendizaje que permita detectar los problemas, movilizar los conocimientos y fomentar la creatividad. Ahora sabemos que todas estas capacidades se pueden aprender. Y deben hacerlo no solo las personas, sino también las organizaciones, y la sociedad en general. No es de extrañar que se extienda la convicción de que el aprendizaje, la formación, lo que empieza a llamarse "industria del cociente intelectual" va

a ser el próximo negocio del billón de dólares, como dice la revista *Forbes*. La genética está colaborando también a esta expansión educativa. El final del siglo XX marcó el triunfo de la genética clásica. El genoma fue descodificado. La ingeniería genética abrió campos que producen admiración y sobresalto. En cambio, el comienzo del siglo XXI ha estado marcado por el triunfo de la epigenética. Es cierto que todos nacemos con un equipamiento genético, pero también es cierto que no todos los genes se activan. La “expresión genética” depende del entorno, y uno de los factores de ese entorno es la educación. Esto ha vuelto anacrónico el debate entre “capacidades innatas” y “capacidades adquiridas”, porque la educación influye en qué parte de lo innato va a actuar.

En este nuevo panorama, la educación ha ascendido a primera división. Juega directamente con la genética. El porvenir de la especie depende de la educación, cosa que no debería extrañarnos, porque la definición más exacta de la especie humana no es la que se refiere a nuestra racionalidad –asunto discutible–, sino la que nos reconoce como la única especie que educa a sus crías y, al hacerlo, transmite la cultura. Cuando reconocemos ese hecho, cambia nuestra percepción del progreso humano. James Heckman (2011), Premio Nobel de Economía, ha relacionado el progreso económico con la educación (Hanushek, Machin y Woessmann, 2010). Sin duda, tiene razón. Pero no solo depende de la educación el progreso económico, sino el progreso en general. Y también el retroceso o la destrucción. Aprovecho, tal vez de manera impertinente, ese contexto argumental para enfatizar la “responsabilidad ontológica” del educador. No estamos solamente transmitiendo los saberes de una generación a otra, sino que estamos decidiendo el futuro de nuestra especie. Que nadie piense que me estoy dejando llevar de una soberbia corporativa. Al hablar de “educadores” me estoy refiriendo a toda la sociedad. Los padres educan, los docentes educan, los medios de comunicación educan, los políticos educan, los jardineros educan..., y así podríamos enumerar todas las profesiones e incluso a todos los habitantes del planeta.

Esta función educativa ha actuado siempre a lo largo de la historia, pero en este momento adquiere un carácter especial, que han comprendido los que hablan de una “sociedad del aprendizaje”. El gran desafío de una sociedad moderna es convertirse en sociedad del aprendizaje, capaz de producir inteligencia colectiva, para lo que hace falta “generar una política del saber, la gober-

nanza del conocimiento y a través del conocimiento” (Innerarity, 2011). En Estados Unidos, el gobierno del presidente Clinton propuso una “sociedad del aprendizaje”, creando incentivos fiscales para que la gente se esforzara en seguir aprendiendo durante toda la vida. Y en el Reino Unido, la Royal Society of Arts propuso lo mismo. Una sociedad del aprendizaje no es solo aquella en que sus miembros aprenden, sino en la que el mismo sistema aprende. Aprender es la estrategia de la inteligencia para adaptarse al entorno. Cuando el entorno es estable, las destrezas aprendidas en el periodo de formación bastan para toda la vida, pero cuando los entornos cambian aceleradamente, como ocurre en este momento, es necesario estar adaptándose continuamente, es decir, aprendiendo sin parar. La competencia global ha producido tres fenómenos relacionados entre sí que exigen la innovación continua: (a) el tiempo de diseño de un nuevo producto se ha acortado, (b) se ha reducido también la vida de los productos y de los conocimientos (se calcula que el 20% de ambos queda anticuado antes de un año), y (c) la relación con el cliente se ha hecho volátil al moverse en un mercado global (Marina, 2003).

En el momento en que escribo (1 de junio de 2015), en Google la entrada “sociedad del aprendizaje” está encabezada por una iniciativa de la Universidad de Padres que dirijo, seguida del documento de Cisco System sobre el tema. Vencer en tan desigual combate me produce una enorme satisfacción y una gran esperanza. El documento de Cisco es muy bueno, y merece ser tomado en consideración (Cisco, 2010). William Gibson estaba en lo cierto: el futuro ya está aquí, solo que no se encuentra en todas partes. Podemos ver ejemplos emergentes de la sociedad del aprendizaje en:

- (i) las prácticas de aprendizaje de vanguardia en las que la innovación trasciende la antigua división entre educación formal y aprendizaje informal;
- (ii) la sociedad en general, en especial, en la adopción de nuevas tecnologías (podemos citar algunos ejemplos, como el auge de las redes sociales, el entretenimiento, el movimiento por el *software* de código abierto y las nuevas tendencias en tecnologías educativas);
- (iii) las innovaciones disruptivas que tienen lugar en los márgenes de los sistemas educativos afianzados y en entornos extremos

en los países en desarrollo. Estas innovaciones emergentes nos permiten adoptar una nueva visión del aprendizaje: el aprendizaje entendido no como un lugar físico, sino como una actividad que recibe con agrado a nuevas personas con ideas nuevas. En esta visión, los estudiantes “atraen” el aprendizaje hacia ellos, en lugar de que los docentes lo “impongan”. Además, los sistemas de aprendizaje trascienden los muros de las escuelas y hacen participar a los estudiantes y los padres como colaboradores y clientes.

Los investigadores de Cisco señalan algunas características de la sociedad del aprendizaje:

- (i) genera una cultura de aprendizaje permanente;
- (ii) tiene por objeto desarrollar estudiantes motivados y comprometidos, que están preparados para responder a los desafíos imprevistos del futuro, así como los del presente;
- (iii) acerca el aprendizaje al estudiante, puesto que considera la escuela como una actividad, no como un lugar físico;
- (iv) considera que el aprendizaje es para todos y que nadie debe quedar excluido;
- (v) reconoce que las personas aprenden de maneras diferentes y procura satisfacer esas necesidades;
- (vi) cultiva e integra nuevos proveedores educativos, de los sectores público, privado y sin fines de lucro;
- (vii) desarrolla nuevas relaciones y redes entre estudiantes, proveedores (nuevos y anteriores), antes de financiación e innovadores;
- (viii) ofrece la infraestructura universal necesaria para lograr el éxito, aún física, pero cada vez más virtual;
- (ix) sustenta sistemas de innovación y realimentación continuas para conocer qué cosas funcionan y en qué circunstancias.

1. 2. La economía del talento

Para designar el nuevo escenario económico basado en tecnología, alto valor añadido de los productos e infraestructura científica, se

ha acuñado la expresión “economía del talento”, que voy a utilizar. Está íntimamente ligada con la innovación, entendida como la producción de novedades que van a tener una aceptación social. En 1992 McKinsey publicó el libro *La guerra por el talento*, basado en la idea de que el talento, como capacidad de la inteligencia para resolver problemas complejos, se había convertido en el principal recurso económico. Se publican anualmente muchos indicadores sobre el talento de las naciones, y el *Oxford Economics* (2013) publicó recientemente un estudio sobre la demanda de talento previsible en el año 2021. Se extiende la preocupación ante la posibilidad de que nuestros sistemas educativos no tengan capacidad para producirlo. Hay un tremendo desajuste entre la oferta y la demanda de conocimiento. En España, con los elevados índices de paro, en especial juvenil, que sufrimos, se buscan 900.000 profesionales TIC¹. Hay todavía un problema más general y preocupante, que ha sido formulado por Homer-Dixon (2003), de la Universidad de Toronto: “¿Podremos generar el talento suficiente para resolver los problemas que nos acucian?”.

He definido el talento como la inteligencia triunfante, la inteligencia en acción, es decir, la que elige bien las metas y es capaz de manejar la información, gestionar las emociones y activar las virtudes de la acción necesarias para conseguirlas. No es una capacidad, sino un modo de actuar. Los conocimientos que nos llegan de la neurociencia y de la psicología evolutiva nos permiten afirmar que el talento no está antes, sino después de la educación, que se convierte así en *generadora de talento*, y, por lo tanto, en matriz del progreso económico y del progreso social (Marina, 2010).

La situación de España en cuanto a generación de talento ha sido analizada por la Fundación Everis (2012), encontrando déficits importantes. Por ejemplo, los países de rentas más altas son más competitivos en la exportación de bienes y servicios de alta sofisticación, mientras que los de rentas bajas lo son en bienes y servicios de sofisticación baja. Pero España es un caso paradójico, porque siendo un país de rentas altas es más competitivo en sectores de baja sofisticación. Utilizo la terminología de Sanjaya, Weiss y Zhang (2005). La sofisticación productiva de un país mide la complejidad o el valor añadido de

¹ Según se puede leer en *El Mundo*, Mercados, 31 de mayo de 2015.

los bienes y servicios que produce. Cuanto mayor es la sofisticación para un producto, menos competidores son capaces de igualarlo o superarlo, mayor pasa a ser por ello su precio de venta, y mejores suelen ser sus márgenes. Ejemplos de alta sofisticación podrían ser la alta tecnología, los medicamentos de nueva generación y los materiales avanzados. De sofisticación media, son bienes intensivos con procesos de fabricación descentralizados, abiertos a la subcontratación internacional: la industria del automóvil o de la tecnología de consumo. Y de sofisticación baja son los que se basan en un recurso natural específico, mano de obra no cualificada: turismo, materias primas y construcción de viviendas, por ejemplo.

La economía del talento debe articularse en tres grandes áreas. La primera es la *generación de talento*; la segunda, su *aprovechamiento y gestión*; la tercera, su *mantenimiento*.

2. ÁREA PRIMERA: LA GENERACIÓN DE TALENTO

2.1. El sistema de formación

De la generación de talento se encarga el sistema de formación, que es más amplio que el sistema educativo, porque incluye la formación en la familia, en la empresa y en el resto de instituciones sociales. Innerarity (2011) escribe: “en una sociedad del conocimiento, la gestión de los procesos de aprendizaje es más importante que la administración de los saberes. En sistemas altamente diferenciados, que se enfrentan a problemas de enorme complejidad, surge la necesidad de transformar los procesos de aprendizaje ocasionales en una conquista organizada del conocimiento. Esta reflexividad del conocimiento modifica el estilo del saber, que deja de ser una mera aplicación de saber transmitido y se convierte en el descubrimiento de un saber prospectivo”. Una de las prioridades de un gobierno debe ser fomentar las iniciativas para instaurar una sociedad del aprendizaje, como hemos visto que hizo Clinton.

El primer elemento en la generación de talento es el sistema educativo. No voy a detenerme en las deficiencias de nuestro sistema, que

son ampliamente conocidas. Solo mencionaré la inaceptable tasa de abandono escolar, la mediocridad de los resultados según los indicadores internacionales, la ausencia de una formación profesional de alto nivel y la falta de sintonía entre la universidad y la empresa, que hace difícil el empleo de muchos de nuestros titulados.

Por lo que respecta a la educación no universitaria, creo que su estancamiento no se debe a fallos presupuestarios, sino a fallos en la gestión. Antes de los recortes debidos a la crisis –que hacen muy difícil el progreso educativo–, España dedicaba a educación el 5 por ciento del PIB, y el gasto por alumno no universitario en España era superior a la media de la OCDE. La situación de nuestra escuela no se debía, pues, a falta de inversión, sino a otros dos factores: el entorno socioeconómico y la gestión de los sistemas educativos. La mejora de la *generación de talento* debe conseguirse mediante medidas sociales y medidas educativas. A pesar de la complejidad del problema, creo que con el 5 por ciento del PIB dedicado a educación podemos convertir nuestro sistema educativo no universitario en un sistema de alto rendimiento en el plazo de cinco años. El criterio de excelencia sería: reducir el abandono escolar al 10 por ciento, subir 35 puntos en el índice PISA, y mejorar la proporción de alumnos excelentes, que en este momento es muy baja. La hoja de ruta nos la marcan los países que han tenido éxito en sus reformas educativas: mejora de los equipos directivos de los centros, mejora de la formación del profesorado, autonomía de los centros, y mayor coordinación de la escuela con las familias y con las instituciones sociales (Mourshed *et al.*, 2010).

La mejora de la universidad es más compleja y resulta difícil mientras no cambie el sistema docente, aumente el presupuesto, y esté establecido un sistema de formación profesional de alta calidad que descargue de alumnos a la universidad. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que, como señala Garicano (2014), el 100 por ciento de los empleos perdidos por la crisis corresponde a niveles educativos no universitarios. Casi cinco millones de nuestros más de seis millones de parados cuentan como máximo con educación secundaria.

2.2. ¿Qué se debe enseñar y aprender?

En este momento, todos los países avanzados están trabajando intensamente sobre cómo

identificar las destrezas del siglo XXI, necesarias para seguir progresando. Empieza a mencionarse un acrónimo que resume las características probables del mundo que nos espera: VUCA. Esta palabra la forman las siglas iniciales V (*volatility*), U (*uncertainty*), C (*complexity*), A (*ambiguity*).

Heckman mostró que la inversión en educación infantil era la que producía más retorno económico, pero, no contento con ello, investigó cuáles eran los factores de la educación más importantes. Durante la década de los noventa investigó el programa estadounidense de Desarrollo de Educación General (GED), que ofrecía a los alumnos que habían abandonado la secundaria un camino para acceder a la universidad. La premisa era que si un adolescente poseía las habilidades cognitivas necesarias, y los conocimientos suficientes, podía obtener el título de secundaria, aunque no la hubiese cursado formalmente. En 2001, más de un millón de estudiantes accedieron al título por este procedimiento. Pero Heckman descubrió que a los 22 años solo un 3 por ciento de los que habían conseguido el título por este procedimiento habían seguido estudiado, mientras lo hacía el 46 por ciento de los que habían estudiado secundaria formalmente. Y que, de hecho, el futuro de los que habían aprobado el GED era muy similar al de los jóvenes que habían abandonado la escuela sin hacer nada más. ¿Por qué no estaba teniendo éxito? Una vez descontado el componente social y económico, ¿qué otro elemento educativo intervenía y podía explicar la diferencia? Para averiguarlo, Heckman utilizó la documentación de las Escuelas Perry, un programa que incluía a niños de zonas muy marginadas en un programa de alta calidad, y que siguió a los niños durante décadas para comprobar el efecto de esta educación. Las mejoras en sus test de inteligencia no fueron grandes y, además, no se mantuvieron. Sin embargo, Heckman observó que los niños que habían disfrutado de esa educación tenían más probabilidades de terminar bien la secundaria y de tener mejor vida laboral. Estos estudios, junto a los que proceden de la neurociencia y la psicología evolutiva, nos han permitido precisar la noción de talento². Lo que determina el talento es el buen uso de la inteligencia. Y este buen uso está determinado por lo que Heckman denomina *non-cognitive skills*, y la neurociencia llama *executive functions*, o, en términos abreviados, Factor E, factor ejecutivo. Refiriéndose a él, la revista *Newsweek* titulaba en

² Véase al respecto mi texto: <http://joseantoniomarina.humanageinstitute.org/nuestra-definicion-de-talento/>.

portada: “La competencia escolar que importa más que el cociente intelectual”. El psicólogo Adam Cox (2008), autor de *No Mind Left Behind*, escribe: “El conocimiento del factor E supone una revolución en el modo de educar a niños y adolescentes”. Adele Diamond, de la British Columbia University, ha mostrado la correlación entre el Factor E y los resultados escolares. Walter Mischel, de la Columbia University, sostiene que el Factor E predice mejor la evolución del alumno a medio y largo plazo que los test de inteligencia. Lo mismo dice Terrie Moffit, a partir de los datos del *Dunedin Multidisciplinary Health and Development Study*³, que ha seguido a los participantes durante cuarenta años. El Factor E es peor en los niños que viven en entornos económicamente deprimidos, y en Estados Unidos explica la mitad de la brecha entre niños blancos y afroamericanos. Un buen nivel en el Factor E predice buena integración social, ausencia de problemas de adicciones y éxito laboral. Según el Center on the Developing Child de la Universidad Harvard, su buen desarrollo en la infancia es el puente que une el éxito escolar con el desarrollo social, emocional y moral. También correlaciona con la comprensión lectora y con la creatividad. El último libro de Goleman (2013), titulado *Focus*, reconoce que el Factor E es el fundamento de toda posible educación emocional. El Departamento de Educación de Estados Unidos ha publicado un estudio sobre la importancia del Factor E, bajo el título *Promoting Grit, Tenacity, and Perseverance: Critical Factors for Success in the 21st Century* (US Department of Education, 2013). Igualmente, Morrison y Schoon (2013) han elaborado una revisión bibliográfica sobre esta cuestión, titulándola *The Impact of Non-Cognitive Skills on Outcomes for Young People*, mientras que el National Research Council ha publicado sobre esta cuestión el informe *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century* (Pellegrino y Hilton, 2013). Asimismo, dos recientes documentos del gobierno de Ontario (*With our Best Future in Mind* y *Every Child, Every Opportunity*) insisten en la importancia esencial de este factor para el éxito educativo (Ontario Department of Education, 2012a y 2012b). Puedo sentirme orgulloso de que las investigaciones de la Cátedra que dirijo sobre “Funciones ejecutivas y educación”, financiada por el Banco de Santander en la Universidad Nebrija de Madrid, nos sitúan en primera línea en este tema. Las fun-

³ Véase al respecto: <http://dunedinstudy.otago.ac.nz/>.

ciones ejecutivas que hemos identificado son la gestión de la energía intelectual (activación, atención, motivación, emoción), la gestión de la acción (control de la impulsividad, selección de metas, inicio y planificación de la acción, flexibilidad), la gestión de la memoria (construcción de la memoria, actividades de búsqueda, memoria de trabajo) y la gestión del pensamiento (metacognición).

La importancia de las *non cognitive skills* no puede hacernos olvidar la innegable importancia de los conocimientos. Por eso, es necesario insistir en que las funciones ejecutivas nos permiten gestionar nuestra capacidad de aprender, nuestra capacidad de pensar y nuestra capacidad de actuar. Permiten, entre otras cosas, dirigir el pensamiento de modo rutinario o de modo creativo, asunto de extrema importancia en el momento actual (Marina, Lorente y Rodríguez de Castro, 2014).

2.3. Más allá de la infancia

Aunque Heckman ha insistido en la relevancia económica de la inversión en educación infantil, muchos organismos internacionales advierten de que ese efecto beneficioso puede desaparecer si no se prolonga en la educación secundaria. En 2005, el Banco Mundial publicó un estudio titulado *Ampliar las oportunidades y construir competencias para los jóvenes. Una nueva agenda para la educación secundaria*, donde se muestra que los países en desarrollo han dedicado menos atención a la educación secundaria que a la primaria. Era lógico, porque es necesario ocuparse de los cimientos de un edificio, aunque lo importante sea lo que se va a construir sobre ellos. Un giro sustancial se registró en 1995, cuando el enfoque estratégico cambió de “educación primaria” a “educación básica”, concepto que incluye los cursos básicos de la educación secundaria. “La reforma curricular de la educación secundaria del siglo XXI está priorizando destrezas y competencias que trascienden la tradicional división y dicotomía entre educación general y formación profesional. Por consiguiente, la frontera entre los currículos general y profesional tiende a desvanecerse, y el hasta ahora difícil equilibrio entre la educación general y la profesional en el nivel secundario está alcanzando un punto de compromiso y, en cierto modo, está quedando superado” (Banco Mundial, 2005). La relación entre nivel eco-

nómico y enseñanza secundaria está bien comprobada. Goldin (2001) ha comprobado la importancia de la expansión de las escuelas secundarias en Estados Unidos entre 1910 y 1940 (muchos años antes que en Europa), una transformación que dio a este país medio siglo de ventaja sobre los países europeos. Además de su correlación con mejores estados de salud, la educación secundaria ayuda a aumentar y proteger el capital social. Se transforma en fuente de redes de participación, aumentando la confianza y la tolerancia. Balatti y Falk (2002) han mostrado esta influencia. Los resultados de estudios conducidos en Estados Unidos y en Reino Unido (Dee, 2003; Milligan, Moretti y Oreopoulos, 2003) proveen una sólida evidencia de que la educación secundaria contribuye a los cambios de actitudes y comportamientos que aumentan el interés en la participación política, el voto y, en general, la actividad cívica, ayudando así a promover el ejercicio de una ciudadanía activa. Desde el punto de vista económico, la Alliance for Excellent Education (2009) de Estados Unidos calculó que la tasa de abandono escolar (rondando el 30 por ciento) supondría un coste para el Estado de 335 mil millones de dólares a lo largo de su vida. Por otra parte, según Eurofound, el elevado número de jóvenes que no estudian ni trabajan supone una factura de alrededor del 1'47 por ciento del PIB. En España tenemos una tasa de abandono escolar trágicamente alta, sin que la vivamos trágicamente. En Estados Unidos hay una tasa también muy alta, pues uno de cada tres alumnos de secundaria *drops out*, es decir, abandona la escuela. A este respecto, resulta interesante recordar el informe de Bridgeland (2006) sobre lo que considera una “epidemia silenciosa”.

El Banco Mundial (2005) utiliza el trabajo de Porter (1998) para categorizar los países de acuerdo con su estatus económico y con su capacidad de absorción de innovaciones. ¿Cómo puede esto servir para diseñar políticas en la educación secundaria? El reto fundamental de la educación secundaria generalizada consiste en generar la demanda efectiva de educación, garantizar el acceso para satisfacer tal demanda, y diseñar sistemas que permitan la retención y la transición de los estudiantes, además de garantizar su calidad. Al mismo tiempo, los graduados educados por el sistema deben contar con habilidades y competencias que sean relevantes y apropiadas tanto para el nivel de desarrollo actual del país como para los cambios que implica la competencia e integración en los mer-

cados globales. Porter considera que hay economías basadas en factores (materias primas y mano de obra barata, por ejemplo), economías basadas en inversión (hacen las cosas bien, atraen a muchos inversores, pero la tecnología es foránea) y economías basadas en la innovación, que producen nuevas técnicas. Estas últimas son las más completas. ¿Cómo sirve esto para orientar la secundaria? El estudio dedica un capítulo a la “insoponible irrelevancia del currículo en la educación secundaria”. Hay un gran descontento sobre los currículos, que son abstractos, teóricos, y con poca integración en la realidad. Un análisis comparado de los currículos hecho por Benavot para el Banco Mundial revela su extrema estabilidad, en una época histórica en que deberían haber experimentado grandes cambios. Un cuadro sorprendente muestra que las mismas áreas ocupaban el mismo horario en 1885 y en 2000 (Banco Mundial, 2005).

con fondos estatales, para luego transferirla a las empresas privadas.

3. ÁREA SEGUNDA: EL APROVECHAMIENTO Y LA GESTIÓN DEL TALENTO

3.1. La aplicación del talento

De nada vale generar mucho talento si este no encuentra modo de integrarse en el mundo laboral. Este es un problema gravísimo en España, que explica por qué una parte de nuestros jóvenes tiene que emigrar, otra parte está desempeñando puestos por debajo de su capacidad, y otra está en el paro.

Rodríguez y Ballesteros (2013) han estudiado la ruptura del contrato social implícito con los jóvenes que había en nuestra sociedad. La juventud se concebía como una fase biográfica de preparación a la vida adulta, que permitía realizar los tres grandes ritos de paso: el acceso al trabajo, a una vivienda y la constitución de un hogar propio. Un contrato universalista, que pretendía abarcar a todos los jóvenes con las mismas políticas, con cierta independencia de su origen social; un contrato estable y permanente en el tiempo, de forma que los jóvenes pudieran esforzarse y prepararse para el futuro, ya fuera estudiando o trabajando, con garantías de que dichos esfuerzos encontrarán finalmente recompensa a través de una adecuada integración en la sociedad adulta; un contrato seguro, en el sentido de que una vez firmado no se rompería en tanto que los jóvenes cumplieran sus responsabilidades; todo ello, fomentando la cultura del esfuerzo y de la gratificación diferida, puesto que, por exigencias del esfuerzo cotidiano que requiere la preparación, se tiende a desplazar hacia el futuro muchas de las gratificaciones posibles del momento. La contrapartida de todas estas cláusulas y, especialmente de aquella que exige el esfuerzo de los jóvenes en su preparación, es que la sociedad se comprometa a impulsar un conjunto de políticas públicas, de educación, empleo y vivienda, principalmente, que traten de garantizar que los esfuerzos exigidos van a conseguir sus objetivos a través de un adecuado proceso de integración y de solución positiva de los tres ritos de paso ya mencionados.

2. 4. El sistema de generación de talento

El sistema *generador de talento* no termina en la educación formal. Hay otros agentes importantes. Es popular el concepto de “sistema nacional de innovación”, elaborado por los profesores Freeman, Lundvall y Nelson, en el que adquieren importancia, además del apoyo económico al I+D+i, las estructuras sociales y empresariales. Pero, sobre todo, parece necesario fomentar una cultura del aprendizaje y del emprendimiento. Víctor Pérez-Díaz (2010), en su estudio titulado *La cultura de la ciencia y la convergencia de España con los países avanzados*, considera que la política de la ciencia y la innovación requiere un discurso de justificación que establezca un vínculo entre esas actividades y el interés general, y refuerce la motivación de quienes las llevan a cabo. Sugiere reforzar una motivación basada en el cultivo de las virtudes que son necesarias para una sociedad razonable. En otro estudio publicado el mismo año bajo el título *La cultura de la innovación de los jóvenes españoles en el marco europeo*, Pérez-Díaz y Rodríguez (2010) estudian cómo, en efecto, esas virtudes correlacionan con la capacidad de innovación en los distintos países.

En España, la comunicación entre administraciones, universidad y empresa es muy débil, por lo que no se potencian mutuamente. En Estados Unidos, gran parte de la investigación básica ha sido desarrollada en universidades,

Se está interiorizando un modelo que, en lugar de considerar la juventud como un proceso de aprendizaje, de formación y de elaboración de proyectos de futuro, se ve como un estado estacionario, en que los proyectos vitales se ven sustituidos –como indica el sociólogo Enrique Gil Calvo– por un deambular, más o menos errático, por una serie de trayectos y rutas. En lugar de contratos estables, seguros y con garantía de contrapartidas a medio plazo, hay contratos inestables, precarios y casi sin garantías institucionales como contrapartidas del esfuerzo desplegado. Esta situación ha fomentado una cultura del corto plazo, de la dificultad de mantener el esfuerzo y soportar la frustración, que se convierte en un gran obstáculo educativo, y que está, a su vez, fomentada por el poco efecto económico que tiene el conseguir una buena formación.

La solución más inmediata al problema del paro juvenil es potenciar la orientación profesional durante la educación secundaria y poner en marcha una formación profesional de calidad y socialmente prestigiada, como han hecho en Alemania (Fundación Bertelsmann, 2014).

Una segunda solución vendrá de alinear la generación y la demanda de talento. Y también de favorecer el emprendimiento, cosa que hasta ahora no ha formado parte de nuestra cultura.

Por último, necesitamos mejorar las formas de intermediación entre oferta y demanda de talento. El informe de la Fundación Everis (2012) señalaba las siguientes formas de hacerlo: mejora de la orientación temprana del talento, de la calidad de los resultados (orientación, presentación, búsqueda, seguimiento y asesoramiento) y de la eficiencia de la colocación pública; complementariedad y colaboración entre los diferentes canales de colocación (públicos y privados, generales y sectoriales, presenciales y *online*); mayor empleabilidad y alineamiento entre oferta y demanda (cualificación, sobretitulación, perfiles deficitarios, cambio del modelo productivo); dualidad del mercado de trabajo (temporal versus indefinido); mecanismos de orientación y colocación para grupos clave (jóvenes, parados de larga duración y talento senior).

3.2. ¿Pero para qué trabajos debemos preparar?

Lo que vuelve confusa la tarea de diseñar un plan educativo que acerque a los jóvenes al

trabajo, es que no sabemos a qué trabajo deberán acercarse. La automatización y la digitalización van a cambiar radicalmente el mundo del empleo. Dentro de muy pocos años, los automóviles no necesitarán conductor; en este momento hay ya líneas de metro que no lo tienen. Todos los empleos que manejen números (contables, agentes de seguros, calculadores de estructuras, gestores de riesgos y préstamos) serán sustituidos por ordenadores. En el periodismo especializado, el programa Quill redacta artículos estandarizados de economía, deportes, medicina, etcétera. Dos profesores del MIT, Brymjolfsson y McAfeeem (2013), autores de *La carrera contra la máquina*, explican que la celeridad en las innovaciones hace que no aumente el nivel de empleo a pesar del crecimiento económico. La dinámica tecnológica acrecienta la distancia entre los trabajos indispensables y sofisticados, y los demás. Cuando en 2012 Facebook compró por mil millones de dólares Instagram, una empresa que tiene 30 millones de clientes, esta solo tenía 13 empleados. En 2013, dos investigadores de Oxford, Carl Benedikt Frey y Michael Osborne, calcularon el impacto que podría tener en Estados Unidos la oleada digital sobre 702 empleos. Concluyeron que el 47 por ciento de los empleos examinados se hallaba en riesgo. Solo cinco ámbitos se desarrollan con fuerza: medicina, medio ambiente, relaciones comerciales, *management* y tecnología.

La necesidad de que los individuos sean capaces de producir ideas innovadoras y creativas, sean flexibles y estén dispuestos a cambiar de carrera profesional varias veces en su vida productiva ha llevado a los gobiernos de la OCDE a dar gran valor a la construcción de “capital creativo” (Banco Mundial, 2005). Las investigaciones llevadas a cabo por Murnane y Levy (1996) sobre las habilidades requeridas para realizar las tareas desempeñadas en el mercado laboral de Estados Unidos son reveladoras. Los autores dividen las tareas en cinco categorías: (1) pensamiento experto (orientado a la resolución de problemas para los que no hay ninguna solución establecida), (2) comunicación compleja (que favorece las interacciones con otros para adquirir información), (3) tareas cognitivas rutinarias (algorítmicas), (4) tareas manuales rutinarias, y (5) tareas manuales no rutinarias. Gratton (2012), en *Prepárate: el futuro del trabajo ya está aquí*, sostiene que el reto en los próximos años va a ser formar parte de la reserva global de talento. Quien no forme parte de ella, será excluido.

Nuestro mundo está cambiando a un ritmo sorprendente, y desaparecerán muchas de las creencias acerca de lo que es el trabajo y cómo debe realizarse. Habrá mayores oportunidades y más opciones.

Esta apertura a la posibilidad de elegir entre diversas opciones creará el espacio que nos permitirá escribir el guion de nuestra carrera profesional que le dé sentido a nuestra vida y nos proporcione satisfacción. Sin embargo, ello conlleva la necesidad de elegir activamente, de ser capaces de vivir las consecuencias de estas elecciones y asumir los compromisos correspondientes” (Gratton, 2012). El gran activo va a ser el *capital intelectual*. Consiste en saber combinar nuestros conocimientos con nuestra capacidad de reflexionar de manera inteligente y profunda sobre distintos temas y retos. El siguiente, el *capital social*. Y el tercero el *capital emocional*. El análisis que hace Gratton va en el mismo sentido que todo lo argumentado hasta aquí: “El éxito de nuestro trabajo futuro dependerá en parte de la habilidad para construir el capital intelectual que nos permita adquirir la capacidad de generar valor”. Un conocimiento superficial de muchas cosas no sirve para nada, porque eso está al alcance de cualquiera en Internet. O en dispositivos de amalgamamiento como Google Analytics. Esto hace más importante la tarea adolescente, porque, como señala Feinstein (2009), “de las actividades que realiza un adolescente va a depender en gran parte las actividades que realice como adulto”.

4. ÁREA TERCERA: MANTENIMIENTO DEL TALENTO

4.1. La caducidad del talento

En casi todos los manuales de *management*, bajo este epígrafe se explica cómo las empresas deben actuar para que el talento que tienen –sus empleados estrellas– no se fugue. No es este el tema que me interesa, sino la necesidad de reciclaje permanente que debe experimentar el talento para subsistir. El talento no es una conquista permanente. Por eso, una de sus características esenciales es tener sistemas de actualización, es decir, de aprendizaje conti-

nuo. ¿Cómo puede una persona mantener vivo, actual, operativo su talento? Creo que hay que distinguir entre “capacidad” y “talento”, que es la capacidad ejercida, y, por lo tanto, dinámica y cambiante. Surge en interacción con la realidad y, por ello, debe cambiar si la realidad cambia. Está, pues, sometido a los avatares del tiempo. Renzulli (1994), uno de los grandes especialistas mundiales en este campo, diferencia también la “inteligencia potencial” de la “inteligencia realizada”, y considera que la educación es el camino para pasar de una a otra.

Una persona puede demostrar un gran talento en una situación y resultar desbordada por otra situación. El presidente Johnson de Estados Unidos era considerado un político extraordinariamente capaz en la gestión parlamentaria, pero no supo enfrentarse a un acontecimiento tan complejo como fue la guerra del Vietnam. Alan Greenspan, presidente de la Reserva Federal de Estados Unidos, fue considerado durante mucho tiempo la persona más competente para manejar los mercados monetarios. Sin embargo, cuando surgió la crisis financiera de 2008 confesó: “No entiendo lo que ha pasado”. Su talento había declinado. Winston Churchill fue el gran líder inglés durante la guerra, pero perdió las elecciones posteriores a la victoria, posiblemente porque los ciudadanos pensaron que su talento no se adecuaba a las nuevas circunstancias. En un entorno VUCA, cada vez más acelerado, la actualización del talento se hace imprescindible, porque corremos el peligro de intentar resolver problemas nuevos con métodos viejos. El talento, precisamente por su carácter dinámico, ha de incluir su propio sistema de actualización (renovación, regeneración, “re-se-teamiento”, o cualquier otra palabra que comience por “re”). Henry Kissinger cuenta en sus memorias que ningún presidente de Estados Unidos aprende nada durante su mandato. Es evidente el gran peligro que esto supone, y también son evidentes las causas. El cerebro humano tiende a automatizar los comportamientos, es decir, a hacerlos rutinarios. Los modos de pensar se vuelven rígidos, y podemos acabar captando solo aquellas cosas que confirman nuestro punto de vista. Así adquieren su poder los prejuicios. Además, la mente humana produce sutiles y demoleadores sistemas de autodefensas que filtran o distorsionan nuestro contacto con la realidad.

¿Cuáles deben ser esas “destrezas actualizadoras” propias del talento? En primer lugar, el *afán de aprender continuamente*, y un proyecto

personal para hacerlo. Hace años, Bill Gates tenía una sección en el *New York Times*, a través de la cual los lectores podían hacerle consultas. En una ocasión, un adolescente le preguntó si leer era tan importante como decían sus profesores. Gates dijo que sí, y se puso como ejemplo: "Todas las semanas me obligo a leer un magazine (*Time*, *Newsweek* o similares) de la primera a la última página. Lo hago porque si me dejara llevar de mis aficiones solo leería las páginas de ciencia y tecnología, y eso limitaría mi visión de las cosas". Es este un método evidentemente ingenuo, pero un método al fin y al cabo. Lo que hizo a Picasso un artista tan especial es que no dejó de aprender en ningún momento de su vida. Pasó del postimpresionismo de su adolescencia, a los periodos azul, colosalista, cubista y expresionista abstracto. Amplió todo lo que pudo sus medios expresivos. Recomiendo leer las cartas de Van Gogh a su hermano Theo, porque en ellas se ve a un genio aprendiendo a serlo.

Hay un segundo factor de actualización, también esencial, al que los psicólogos dan cada vez mayor importancia. Se trata de la *metacognición*. Esta extraña palabra designa la actividad de pensar sobre el propio pensamiento, sobre las propias emociones, sobre la propia acción. Es, pues, una función reflexiva. Son muchos los libros que ensalzan la intuición como modo perfecto de tomar decisiones. No contar con ella puede ser paralizante, pero confiar en ella sin someterla a reflexión puede ser suicida. La función de la inteligencia es dirigir bien el comportamiento y, para hacerlo, debe fomentar ese proceso de supervisión que permite comprender por qué está haciendo lo que está haciendo, o si habría otra manera de solucionar un problema. La capacidad metacognitiva, de reflexión sobre la propia acción, es la segunda estrategia de actualización del talento. Hay una tercera, señalada por Menkes (2006) en su interesante libro *La inteligencia ejecutiva*. El talento debe desplegarse en tres campos: la realización de la tarea, la relación con otras personas y la evaluación de uno mismo. En este último dominio, el autor descubre las siguientes destrezas entre quienes muestran talento: (a) buscan y alientan la retroalimentación que puede revelar un error de juicio y hacen los ajustes apropiados; (b) son capaces de reconocer las limitaciones o prejuicios propios, y usan este conocimiento para mejorar las ideas y los planes de acción; (c) reconocen públicamente los errores y cambian radicalmente de dirección cuando los perciben; (d) expresan apropiadamente los errores esenciales en los

argumentos de los otros, y defienden reiteradamente su propia posición; (e) reconocen cuando es apropiado resistirse a los otros y seguir comprometidos con un curso de acción razonable. Estas destrezas pueden incluirse dentro de la rúbrica *pensamiento crítico*, que evalúa los propios comportamientos para intentar mejorarlos. En suma, la actitud de aprendizaje permanente, la sistemática reflexión metacognitiva y el pensamiento crítico son tres factores esenciales para el mantenimiento del talento.

5. CONCLUSIONES

(i) La economía del talento nos obliga a vivir en una sociedad del aprendizaje continuo.

(ii) La educación, como generadora de talento, se convierte por ello en agente indispensable no solo para elevar el nivel de nuestra convivencia social, y de nuestro desarrollo personal, sino también para aumentar nuestro nivel económico.

(iii) Las sociedades deben, por ello, cuidar de su "sistema de generación de talento", formado por todos los agentes formativos: escuela, familia, empresas, medios de comunicación, etcétera.

(iv) La generación de talento no vale para nada si no se sabe utilizar y mantener. Por eso hace falta crear cauces flexibles y eficaces para el empleo y la formación a lo largo de la vida.

Me gustaría, por último, insistir en la necesidad de inventar o descubrir nichos laborales que nos permitan crear puestos de trabajo. Hemos visto que las tecnologías no lo hacen. Tal vez debiéramos abrir un camino en dirección contraria. En este momento, medimos el nivel de vida por la cantidad de objetos de que disponemos, lo que, en cierta manera, puede medirse por el consumo energético. Esto pone un límite al crecimiento: no podemos pensar en un planeta consumiendo energía como Estados Unidos, por ejemplo. Tal vez deberíamos medir el nivel de vida por la *calidad de vida*, que incluiría la atención médica, el cuidado de la salud, la atención a los mayores, la educación, la creación, la distribución y el disfrute de bienes culturales, el deporte, etcétera. Todas estas actividades son intensivas en personal, lo que podría aumentar la prosperidad sin aumentar el consumo de energía.

Hago una segunda propuesta que supongo que será violentamente rechazada por los economistas. Pero como en estos años no han prestigiado mucho su profesión, no me importa contradecirlos. Según los libros de historia económica, el mundo salió de la recesión del siglo XX con la guerra mundial. La destrucción de capital y bienes producida por la conflagración estimuló las economías. De hecho, en un reciente estudio publicado en *Le Point*, se decía que una de las razones estructurales del paro juvenil es el periodo de sesenta años de paz que hemos disfrutado. ¿Y si inventáramos una situación de guerra no cruenta? Por ejemplo, la guerra por la pobreza, o la guerra contra el hambre. ¿Qué efectos tendría aplicar la lógica económica de una guerra a este tipo de fenómenos, en el que la única diferencia sería que no produciría muertos, sino que salvaría vidas? Ya sé que las guerras han exigido endeudamientos colosales, pero ¿fueron buenos los efectos? Comentar esta propuesta excede, evidentemente, los límites de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

ALLIANCE FOR EXCELLENT EDUCATION (2009), *The High Cost of High School Dropout*, Washington, Alliance for Excellent Education (<http://all4ed.org/reports-factsheets/the-high-cost-of-high-school-dropouts-what-the-nation-pays-for-inadequate-high-schools/>).

BALATTI, J. e I. FALK. (2002), "Socioeconomic contributions of adult learning to community: A social capital perspective", *Adult Education Quarterly*, 52 (4): 281-98.

BANCO MUNDIAL (2005), *Ampliar oportunidades y construir competencias para los jóvenes. Una agenda para la educación secundaria*, Bogotá, Mayol.

BRIDGELAND, J. (2006), *The Silent Epidemic: Perspectives of High School Dropouts*, Washington, Civic Enterprises.

BRYMJOFFSSON, E. y A. McAFEE (2013), *La carrera contra la máquina*, Barcelona, Antoni Bosch.

CISCO (2010), *La sociedad del aprendizaje*, San José (Ca), Cisco (http://www.cisco.com/web/about/citizenship/socioeconomic/docs/TLS_Spanish.pdf).

COX, A. (2008), *No Mind Left Behind, Understanding and Fostering Executive Control-The Eight Essential Brain Skills Every Child Needs to Thrive*, Londres, Perigee/Penguin.

DEE, T. (2003), "Are there civic returns to education?", *Documento de trabajo NBER 9588*, National Bureau of Economic Research (<http://www.nber.org/papers/w9588>).

FEINSTEIN, S.G. (2009), *Secrets of the Teenage Brain*, Thousand Oaks, Corwin.

FUNDACIÓN BERTELSMANN (2014), *Guía de orientación profesional coordinada. Manual práctico para una orientación de calidad en el ámbito educativo*, Barcelona, Fundación Bertelsmann.

FUNDACIÓN EVERIS (2012), *Transforma Talento. Una visión optimista pero contundente de la sociedad civil. España hacia una sociedad y economía de los talentos realizados* (<http://ftransformaespana.es/media/informe-transforma-talento.pdf>).

GARICANO, L. (2014), *El dilema de España*, Barcelona, Península.

GOLDIN, C. (2001), "The human capital century and American leadership: Virtues of the past", *Journal of Economic History*, 61 (2): 263-92.

GOLEMAN, D. (2013), *Focus*, Barcelona, Kairós.

GRATTON, L. (2012), *Prepárate: el futuro del trabajo ya está aquí*, Barcelona, Galaxia Gutenberg.

HANUSHEK, E.A.; MACHIN, S. y L. WOESSMANN (Eds.) (2010), *Handbook of the Economics of Education*, Vol. 3, Amsterdam, North Holland.

HECKMAN, J. (2011), "The economics of inequality. The value of early childhood education", *American Educator*, 35 (1): 31-35.

HOMER-DIXON, T. (2003), *El vacío del ingenio*, Madrid, Espasa.

INNERARITY, D. (2009), *El futuro y sus enemigos*, Barcelona, Paidós.

— (2011), *La democracia del conocimiento*, Barcelona, Paidós.

MARINA, J.A. (2003), *La creación económica*, Bilbao, Deusto.

— (2010), *La educación del talento*, Barcelona, Ariel.

— (COORD.) (2014), *Creatividad en la educación, educación de la creatividad. Claves para hacer de la creatividad un hábito*, Barcelona, Hospital Sant Joan de Déu.

— (2015), “Nuestra definición de talento”, *Blog Human Age Institute* (<http://joseantoniomarina.humanageinstitute.org/nuestra-definicion-de-talento/>).

MENKES, J. (2006), *Inteligencia ejecutiva: las cualidades que realmente diferencian a los mejores directivos*, Barcelona, Ediciones Urano (Empresa Activa).

MILLIGAN, K.; MORETTI, E. y P. OREOPOULOS (2003), “Does education improve citizenship? Evidence from the U.S. and the U.K.”, *Documento de trabajo NBER 9584*, National Bureau of Economic Research (<http://www.nber.org/papers/w9584.pdf>).

MORRISON, L. y L. SCHOON (2013), *The Impact of Non-Cognitive Skills on Outcomes for Young People*, Londres, Institute of Education University of London.

MOURSHED, M.; CHUIJOKE, C. y M. BARBER (2010), *How the World's Most Improved School Systems Keep Getting Better*, McKinsey & Company.

MURNANE, R. y F. LEVY (1996), *Teaching the New Basic Skills: Principles for Educating Children to Thrive in a Changing Economy*, Nueva York, Free Press.

ONTARIO DEPARTMENT OF EDUCATION (2012a), *With our Best Future in Mind: Implementing Early Learning in Ontario* (<https://www.ontario.ca/education-and-training/early-learning-report>).

— (2012b), *Every Child Every Opportunity* (http://www.pcfk.on.ca/PDFs/Research_Ken/Every%20Child%20Every%20Opportunity.pdf).

OXFORD ECONOMICS (2013), *Global Talent 2021* (<https://www.oxfordeconomics.com/Media/Default/Thought%20Leadership/global-talent-2021.pdf>).

PELLEGRINO, J. W. y M. L. HILTON, (Ed.) (2013), *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century. Committee on Defining Deeper Learning and 21st Century Skills*, Washington DC, National Research Council/The National Academies Press.

PÉREZ-DÍAZ, V. (2010), “La cultura de la ciencia y la convergencia de España con los países avanzados”, *ASP Research Paper 100(a)*.

PÉREZ-DÍAZ, V. y J.C. RODRÍGUEZ (2010), *La cultura de la innovación de los jóvenes españoles en el marco europeo*, Madrid, Fundación Cotec.

PORTER, M. E. (1998), “Clusters and competition: New agendas for companies, governments and institutions”, en: PORTER, M. E., *On Competition*, Boston, Harvard Business School Press.

RENZULLI, J.S. (1994), *Schools for Talent Development: A Practical Plan for Total School Improvement*, Waco (TX), Prufrock Press.

RODRÍGUEZ SAN JUAN, E. y J.C. BALLESTEROS GUERRA (2013), *Crisis y contrato social. Los jóvenes en la sociedad del futuro*, Madrid, Centro Reina Sofía sobre Adolescencia y Juventud.

SANJAYA, L; WEISS, J. y J. ZHANG (2005), “The ‘sophistication’ of exports: A new measure of product characteristics”, *QEH Working Paper Series*, 123 (<http://www3.qeh.ox.ac.uk/RePEc/qeh/qehwps/qehwps123.pdf>).

US DEPARTMENT OF EDUCATION, OFFICE OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY (2013), *Promoting Grit, Tenacity and Perseverance: Critical Factors for Success in the 21st Century* (<http://tech.ed.gov/files/2013/10/OET-Draft-Grit-Report-2-17-13.pdf>).

¿Hacia una economía basada en el conocimiento?

Un largo camino

PABLO ESPINET*

RESUMEN

Orientar una parte sustancial de la economía hacia actividades relacionadas con el conocimiento científico y tecnológico presenta dificultades estructurales que provienen de un pasado lleno de errores. Se necesita un cambio social. Hay que hacer sitio a la componente científica de la cultura; la educación ha de alimentar la curiosidad científica y concienciar en la responsabilidad personal como un deber social. La Universidad ha de cumplir con los deberes para los que se le dieron sus privilegios o habrá que crear sistemas de gestión paralelos para incrementar la productividad científica. Y la empresa debe liderar los contactos con el sistema investigador activo.

1. INTRODUCCIÓN

Expresiones como “sociedad del conocimiento” y “economía del conocimiento” son mantras habituales en el discurso político, poco analizadas y menos explicadas. Supuestamente, con su mero conjuro se construirá la sociedad económicamente exitosa del siglo XXI. El mantra es gratis y está al alcance del discurso de cualquier optimista, pero el camino no. Ni siquiera está claro que, a estas alturas de la historia, podamos emprenderlo. Porque esta odisea, como la del propio Ulises, es un viaje iniciático que supone la transformación del viajero (nuestra sociedad) y requiere un esfuerzo man-

* Universidad de Valladolid e Instituto Universitario CINQUIMA (Centro de Innovación en Química y Materiales Avanzados: <http://cinquima.uva.es>) (espinet@qi.uva.es).

tenido más allá de una o dos legislaturas. También exige resolución frente a la adversidad, que significa exactamente todo lo que sea adverso, opuesto, contrario a ese viaje transformador, entre lo que se puede encontrar a los ciudadanos.

Intentaré, desde la experiencia de muchos años como profesor universitario, más observador del día a día que de la encuesta y la estadística de difícil interpretación, transmitir mis sensaciones con respecto a este asunto¹. La cuestión que quiero tratar en este artículo es cuál es nuestro condicionamiento educativo como sociedad, hasta qué punto dificulta la pretendida reconversión a la economía del conocimiento, cuál es la viabilidad de una reorientación cultural y de gestión, y cuáles los obstáculos institucionales de nuestro propio Estado. Doy por sobreentendido que estamos hablando de economía del conocimiento en el más amplio sentido, y no solo de aspectos muy concretos como la llamada TIC (tecnología de la información y la comunicación). Porque aunque esta es un área de gran importancia económica, el giro social hacia la economía del conocimiento exige algo más: que lo que se intercambia y comunique sea valioso en sí mismo, que sea comprendido, que estimule creatividad y que produzca eficacia y producto de mercado. Entre lo que ayuda a alcanzar ese nivel social no debe olvidarse uno de los más viejos y eficaces logros TIC: el libro.

¹ El lector puede encontrar información estadística exhaustiva de los indicadores del sistema español de ciencia, tecnología e innovación en la página del Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO): http://icono.fecyt.es/informespublicaciones/Paginas/indicadores_secte.aspx

2. ¿HAY RELACIÓN DIRECTA ENTRE CONOCIMIENTO Y ECONOMÍA?

Podemos considerar, por simplificar, que hay un momento histórico en el que empieza a hacerse clara la relación entre conocimiento científico-técnico y economía. Este podría ser el de la aparición de la sociedad industrial, que coincide con el despegue de la influencia en el orden mundial de los países anglosajones y de la Europa central. Aceptada esta relación, es discutible si fue el conocimiento el que incentivó el desarrollo de la economía o fue esta la que puso las bases para que se acelerase el desarrollo del conocimiento. Por un lado, porque en aquella época la utilización de energía y otros recursos naturales (propios o de las colonias) como generadores de negocio pronto demandó más conocimiento al servicio de ese desarrollo. Por otro, porque el bienestar de la alta sociedad ilustrada y la aparición de una burguesía económicamente poderosa permitieron un mecenazgo cultural y científico cuyos primeros frutos fueron, en aquel nivel de desarrollo científico, muy inmediatamente aplicables y muy directamente percibidos por el ciudadano de la época. A lo largo del siguiente siglo, la luz de gas, la electricidad y la luz eléctrica, el barco de vapor, el pararrayos, el ferrocarril, las vacunas, la radio, los abonos, los plaguicidas (el DDT, concretamente, ahora tan denostado pero salvador de millones de vidas) pueden contarse entre los desarrollos científicos con mayor impacto social desde la rueda prehistórica o los acueductos y cloacas de la época romana. Como fueron sus ciudadanos y sus científicos quienes protagonizaron aquellos modernos descubrimientos, las sociedades que emergieron triunfantes del siglo XIX han tenido desde entonces una conciencia del valor del conocimiento científico y tecnológico que nunca ha percibido en la misma medida la nuestra. La frecuente actitud de patrocinio y mecenazgo de sus universidades por parte de los anglosajones y los centroeuropeos es casi desconocida en España.

La ciencia no se sintió aquí como algo cercano, motivo de orgullo propio. Tal vez no sea exagerado decir que hasta hace menos de cien años la actividad científica fue considerada en España sospechosa y propia de gente judaizante, afrancesada, europeizante (en pluma de Unamuno), en definitiva, poco patriótica y despreciadora de las esencias nacionales. Lo nuestro era el Siglo de Oro y Menéndez Pelayo. Decía Unamuno a Ortega

y Gasset en una carta en 1906: “Yo me voy sintiendo profundamente antieuropeo. ¿Que ellos inventan cosas? Invéntenlas”. Y ponía en boca de uno de sus personajes, en un artículo dialogado: “Inventen, pues, ellos y nosotros nos aprovecharemos de sus invenciones. Pues confío y espero en que estarás convencido, como yo lo estoy, de que la luz eléctrica alumbrará aquí tan bien como allí donde se inventó”. No pensó Unamuno (ni su personaje) en las patentes de invención ni en los *royalties*. A su alrededor, España se hundía, mientras ellos apuntalaban el orgullo patrio con la misma dudosa bizarría de los ridículos hidalgos de la novela picaresca: pretendiendo ser lo que se es por elección y no por fracaso. Tanto éxito tuvo la frase, que ese *que inventen ellos* pasó a formar parte de la idiosincrasia de lo español.

Si hoy creemos que nuestra recuperación vendrá cuando el conocimiento sea un fundamento económico de nuestro futuro, es solo porque lo dicen nuestros políticos. Lo hacen con un mucho de optimismo necesario y un demasiado de simpleza imprescindible. Principalmente porque suena bien, no necesariamente porque tengan un plan. Y está bien, porque en una mala situación es preferible tomar decisiones que permanecer indeciso y, en la duda, es improbable que apostar por la ignorancia sea mejor que hacerlo por el conocimiento. Pero los signos de la historia futura son tan oscuros de interpretar como las cuartetas de Nostradamus. En el siglo XIX nadie hubiera sospechado que el petróleo se convertiría en la fuente de riqueza de algunos países desérticos o que el turismo haría más valiosas las estériles tierras arenosas de las playas que las fértiles vegas de los ríos. Tampoco, a mitad del siglo XX, que la inversión en entretenimiento competiría y aun superaría el gasto en alimentación y sería una gran estrella de la economía mundial. Y mucho menos que toda esta construcción occidental actual, tan desequilibrada en sus fundamentos económicos como el imperio romano en vísperas de su caída, se vería amenazada, por ejemplo por un incipiente Estado medieval insanaamente teológico que desprecia la cultura, el conocimiento y la vida humana.

3. ENTRANDO EN HARINA

El dicho latino *primum vivere deinde philosophare* sugiere que el conocimiento lo da el haber vivido y, en tiempo de crisis, sobrevivido. Pero nuestra historia del último siglo como

pueblo sugiere que sabemos vivir sin que ello nos lleve a filosofar, a comprender, a conocer. Es el *que inventen ellos*. Hace no tanto, la democracia que unos pocos consiguieron para todos nos devolvió la conciencia y la práctica de nuestros derechos, pero con frecuencia parece que la conciencia de nuestros deberes la tiramos con el agua sucia de la primera ducha democrática. Cuando una renta del filosofar, el saber, pasa a ser un prerrequisito para poder vivir, este modo de ser irresponsable se convierte en un problema. Es decisivo que este asunto, la responsabilidad personal, se entienda como central.

Como pueblo aspiramos, de unas elecciones a las siguientes, a recuperar el bienestar que tuvimos aquellos años recientes en los que vivimos gastando irresponsablemente lo que no generábamos: toda una vida de ahorros como sociedad (terrenos de los ayuntamientos, bienes ministeriales, compañías estatales), lo generado en el momento, y lo que hipotecamos para pagar en el futuro, que es hoy. Si no entendemos que aquella forma de vivir era insostenible, nuestro destino estará en manos de mesías insensatos que prometen devolvernos de la noche a la mañana nuestros "derechos adquiridos". Convertirnos en una sociedad que base una parte significativa de su economía en desarrollo de conocimiento propio tiene grandes dificultades. Requiere una evolución social y, además, individual que no es alcanzable dentro de los habituales tiempos de acción política. Es la típica empresa que en democracia requeriría un "pacto de Estado", algo que nunca he visto funcionar en el ámbito de la educación. Fundamental el progreso en manejar eficazmente pensamiento y tecnología ajenos es más accesible, y no deja de ser también una evolución conveniente.

En lo que sigue no distinguiré entre ciencia y tecnología. Aunque son cosas bien diferentes, buena parte de la tecnología actual está cimentada en el conocimiento científico, así que hablaré de ciencia en el bien entendido de que es imprescindible para el desarrollo tecnológico. Tanto una como otro están dentro del concepto "economía del conocimiento".

4. EL SISTEMA EDUCATIVO: ¿CIENCIA FRENTE A CULTURA?

Esta idea de la economía del conocimiento no es nueva y se asocia en las declaraciones polí-

ticas a la participación de la Universidad como fuerza generadora del cambio. Desde hace algún tiempo la frase vuelve, de vez en cuando, como los cometas, pasa, y desaparece. Como si contemplase el terreno social en que vivimos y no encontrase dónde posarse. En 2004, una de las varias ocasiones en que se planteó la reforma del sistema educativo, era yo Secretario General de la Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE) y planteé al respecto unas cuantas consideraciones de las que entresaco las más pertinentes para recordar. Me preocupaba, sobre todo, la orientación de la formación obligatoria y señalaba la urgencia de que esta formación sirviera para despertar como conciencia social, a través de los alumnos, la necesidad de la ciencia y del esfuerzo. Bajo el título "España, ¿cultura o de letras?", escribí entonces el siguiente texto, finalmente no dado a la prensa, que, once años después, sigo suscribiendo:

"En la reforma del modelo educativo han de plantearse dos preguntas fundamentales: qué es sustancial y cómo garantizarlo. La educación escolar (bachillerato incluido) pretendió, desde siempre, proporcionar al ciudadano una cultura general. Durante la primera mitad del siglo XX esta educación fue, además, suficiente para los requerimientos de formación de buena parte del mundo del trabajo. Hoy no es así y muchos empleos requieren capacitación superior. Pero el objetivo formativo primero, el de proporcionar cultura, sigue siendo indispensable y temo que lo hemos perdido en el camino de las distintas reformas de las leyes educativas.

El Diccionario de la Lengua Española define *cultura* como el conjunto de conocimientos que permite a alguien desarrollar su juicio crítico. Nuestro progreso personal y social depende fuertemente de ese juicio crítico, pero es fácil (y doloroso) constatar que, con afortunadas excepciones, los estudiantes que se acercan a la Universidad son cada vez más incultos y más abúlicos. El primer y más grave efecto pernicioso de la falta de criterio y de voluntad con que muchos de nuestros jóvenes salen de los institutos de enseñanza secundaria es que se comportan como si su formación no dependiera de su propio esfuerzo y como si su futuro (y el nuestro) no dependiera de su formación. El problema es grave en las áreas

de Humanidades, pero las actividades humanísticas (el lenguaje, el filosofar, la creación artística) nos son connaturales o están con nosotros desde hace miles de años. La Ciencia, demasiado joven para ser connatural al ser humano, es el fruto de un largo esfuerzo de la humanidad, un conocimiento poco instintivo, a menudo adquirido contra la evidencia de nuestros sentidos, al que solo nos aproximamos con mucho trabajo y bastante entrenamiento desde el despertar de una curiosidad por la naturaleza que ha de ser sembrada a tiempo. Para las ciencias la estocada de una falta de educación inicial es mortal.

Hablando de las repercusiones laborales de la ampliación de la Unión Europea, un líder sindical ha expresado, solo ¡cien años después de que Cajal lo escribiera, que “el único medio de que la industria evite la ruina es convertir el laboratorio en antesala de la fábrica”!, que necesitamos desarrollar urgentemente, desde la investigación y la innovación, actividades económicas y empleo más cualificados tecnológicamente. Parecidas convicciones se proclaman desde todas las fuerzas políticas.

Para evolucionar hacia una industria basada en el conocimiento hemos de invertir con dos capitales, el económico y el humano. El capital humano para la invención, innovación y desarrollo de productos de alto valor añadido es, principalmente, lo que en la imperfecta caricatura en blanco y negro de nuestra cultura llamamos la gente de *ciencias*. Hoy, aunque comienza a escasear, todavía la tenemos. En el corto plazo bastaría con incrementar, progresiva pero urgentemente, la financiación económica de la investigación y del desarrollo de tecnología, incluyendo en esta inversión la formación y contratación de investigadores. Este aspecto, a tenor de las manifestaciones del nuevo gobierno, va a abordarse con ilusión y con la participación en la planificación de todos los actores. Pero eso no basta. Además, para una economía dependiente del conocimiento científico, la gente de *ciencias* es un recurso estratégico y un Estado debe garantizar sus recursos estratégicos más allá del

corto plazo. No es suficiente que hoy, milagrosamente, contemos con algunas reservas de gente de *ciencias*, hemos de garantizar su reposición. Este es el problema al que apunto. En los institutos de enseñanza secundaria se están cerrando grupos de ciencias por falta de alumnos. En un momento histórico de crecientes oportunidades laborales para los formados en ciencias, no tenemos un flujo suficiente de jóvenes con curiosidad y capacidad de esfuerzo que la Universidad pueda convertir en nuestro músculo científico, tecnológico e innovador de dentro de unos años. Con la evolución escolar actual no está garantizado el recambio científico de calidad. Es impostergable poner remedio hoy para asegurar la disponibilidad de ese recurso humano dentro de 10, de 20, de 50 años.

La Señora Ministra de Educación ha manifestado: “España se juega su futuro con la escuela pública”². Cierto, pero ¿cómo tomar medidas en la educación que atajen la gravísima amenaza que acabo de señalar? En este punto el análisis nos devuelve a lo más fundamental de la filosofía de la educación escolar y preuniversitaria, al concepto de cultura y al diseño del método. La revolución social que está ocurriendo en los modos de vida, de relación y de trabajo exige un cambio de paradigma educativo, el replanteamiento total de un modelo que está fracasando estrepitosamente en sus fines, tanto en las ciencias como en las letras. Hay datos más que sobrados para cuestionar varios axiomas educativos al uso. Es importante no confundir aquí lo anecdótico con lo sustancial, pero pensar que la educación escolar se arregla inyectando dinero y aumentando el número de ordenadores o incluso de educadores, sería de una simpleza imperdonable. Ayudar a quien tiene dificultades haciendo caminar a toda la clase al ritmo del más lento es un suicidio social y un asesinato de muchas inteligencias recién nacidas. No educar en el esfuerzo y en la exigencia es garantía de catástrofe. Solo cuando vea a un atleta ganar los Juegos Olímpicos sin haberse entrenado dura-

² *El País*, 20 de abril de 2004.

mente, aceptaré que se puede aprender sin esfuerzo y disciplina.

Vivimos en un país en el que la afirmación, a veces desafiante, “Yo soy *de letras*” sigue siendo, lamentablemente, una coartada socialmente aceptada que permite a la *gente de la cultura* no saber plantear una regla de tres ni distinguir entre nitrógeno e hidrógeno, sin menoscabo de su consideración social de persona culta. Pero ¿es que es posible tener juicio crítico sobre el mundo en que vivimos con una formación misérrima en lo científico? Reconocer el sintagma verbal o el objeto directo en un texto divulgativo sobre ondas electromagnéticas (en las que vivimos sumergidos) sin captar ni remotamente su significado no nos acerca a formarnos un criterio sobre la probabilidad de que estas afecten o no nuestra salud. Los nombres de los afluentes del Duero no nos dicen si es verosímil que el agua pueda imantarse o guardar memoria de una molécula que ya no está en ella, como proclama absurdamente la homeopatía. No es sólo que esa cultura mutilada nos haga pasto fácil de charlatanes, es que no podremos sobrevivir a la competencia europea y mundial con una ciudadanía solo de *letras*. Si la estocada del actual sistema educativo a las ciencias no nos mata inmediatamente, acabará desangrándonos. A todos.

Si queremos recuperar las vocaciones de ciencias que como sociedad necesitamos, debemos poner en acción un modelo y un método educativo de niños y jóvenes integral e integrado, de relaciones entre campos del hecho cultural (que no es otro que *todo* lo que nos rodea). Un método que despierte en el escolar el interés por las cosas, y que le cultive armónicamente en la curiosidad más que en el saber, que mantenga abierta su posibilidad de optar por una u otra orientación educativa hasta el momento en que, con criterio y sabiendo que depende de su esfuerzo, elija qué desea ser, no de qué quiere escapar. Recuperar desde la escuela el verdadero significado de la cultura, la que incluye la ciencia, ha de ser propósito fundamental de la educación escolar. Hay que resu-

citar el maestro universal de “La lengua de las mariposas”. El objetivo escolar no es que el alumno pueda comunicarse en lenguajes muy específicos con los especialistas (eso es un trabajo de la Universidad), sino que sea capaz de atreverse a mirar los distintos ángulos de la realidad poliédrica que le rodea. Si conseguimos que el país en que vivimos se haga, en el buen sentido de la palabra, culto, no habremos errado el tiro. Nos va el futuro en ello”.

5. ONCE AÑOS DESPUÉS

Once años después nos sigue yendo en ello el futuro. Y entretanto nuestra sociedad del bienestar, que se entendió por muchos como la de poder vivir bien con poco esfuerzo, ha saltado hecha añicos. Es verdad que recientemente se ha producido cierta recuperación de alumnado de bachillerato en las orientaciones tecnológicas ante la evidencia social de que este tipo de educación facilita la búsqueda de empleo posterior; pero es igualmente cierto que, entre los alumnos que finalmente cursan carreras de ciencias, una gran mayoría no las ha elegido en primera opción.

Como no hay peor decisión que programar soluciones equivocadas a problemas mal analizados, podemos obstaculizar esta incipiente recuperación. Por alguna razón difícil de comprender, más que nada porque durante centenares de años funcionó muy bien lo contrario, se ha decidido poner la educación en manos de quienes realicen un máster en Educación. Si hemos de juzgar la filosofía docente en las Facultades de Educación por las manifestaciones que algunos de sus egresados hacen en los periódicos, deberemos creer que, para enseñar, lo importante es el método, y lo prescindible el conocimiento. Es una muy equivocada apuesta encomendar la educación de los jóvenes a gente que piensa así.

6. Y ¿QUÉ HA SIDO DE LA UNIVERSIDAD?

Durante la segunda mitad del siglo XX la Universidad se democratizó dos veces. Ini-

cialmente, la clase media pudo por fin, en los años sesenta, permitirse que sus hijos fueran a *estudiar* en la Universidad. Así de serio. Solo más tarde vino lo de estar en la Universidad o pasar por ella, sin mucho compromiso con el estudio. Pero al principio predominaba el estudiante con conciencia de que su presencia en la Universidad era un logro familiar, que tenía que demostrar que “valía” y que a menudo su permanencia dependía de conseguir y mantener una beca con su expediente académico, lo que indirectamente produjo una parcial selección de estudiantes (fuente de futuros profesores y profesionales) por su rendimiento académico. Aquellos alumnos becados, procedentes de esa clase media humilde, fueron muy competitivos y, en parte como consecuencia del acceso a la Universidad de las clases medias, también la sociedad se democratizó y las profesiones liberales o de mayor prestigio social dejaron de ser exclusivas de las clases altas. El avance social del país llevó, ya en los años ochenta, a una segunda “democratización” universitaria, no tan positiva, favorecida por dos factores: a) la permeabilidad de las no muy selectivas pruebas de acceso a la Universidad, que han venido dando paso al 90 por ciento de los alumnos examinados; y b) la autonomía universitaria, acompañada de la sustitución de las oposiciones nacionales por los concursos locales, que han supuesto la incorporación del “candidato de la casa” en porcentajes que no envidian a los de la selectividad estudiantil.

El saber, el esfuerzo, la inteligencia, la creatividad, la imaginación, no se reparten en la población igualitariamente, por poco democrático que ese proceder de la naturaleza nos pueda parecer. En consecuencia si una sociedad no aplica procedimientos de selección adecuados para los puestos para los que serían deseables cualidades superiores, si el mérito prioritario es estar en la cola, lo que obtiene en esos servicios es una distribución estadística en vez de una selección de la gente más preparada para la función a desarrollar.

A nuestra sociedad le provoca hoy escándalo que no haya ninguna universidad española entre las cien mejores del mundo. ¿Por qué habría de haberla? Habiendo actuado tan negligentemente en la selección de alumnos y profesores durante tantos años, sería milagroso que encontrásemos una universidad española situada *donde le hemos prohibido llegar*.

La palabra socialmente condenada al ostracismo es plenamente democrática y se llama “mérito”. Muchos ciudadanos quieren tener en su equipo de fútbol a los mejores jugadores, la élite mundial, incluso si hay que importarlos y pagarles sueldos miles de veces superiores al de su médico de cabecera. Y prefieren esto a tener un equipo que represente democráticamente la capacidad futbolística del ciudadano medio de su barrio, con un portero decente pero un defensa central lamentable, y un delantero tal vez mediocre que, además, se pasa poco por los entrenamientos. ¿Por qué el ciudadano no aplica la misma aspiración de calidad al equipo que juega en ese estadio llamado “Universidad”, su Universidad? ¿Por qué, por el mismo coste (el sueldo de un profesor-investigador), renunciamos a escoger al de mejor calidad? Al mismo precio, ¿elegiríamos la fruta que lleva más tiempo en el establecimiento sin que se la haya llevado nadie en vez de la más fresca? Hay una triste explicación a esa resistencia ciudadana a que la Universidad sea, en tal sentido, elitista: no le importa mucho. Parece que el ciudadano medio espera obtener más satisfacciones de su equipo de fútbol (al que quiere elitista) que de su Universidad (a la que aparentemente quiere “democrática”) y, en consecuencia, da más importancia en su vida a aquel que a esta. La sociedad española nunca ha aspirado a que sus universidades estuvieran entre las mejores del mundo, y lo ha logrado: no están.

7. CUANDO CASI PUDIMOS LOGRARLO Y EN CAMBIO LA FASTIDIAMOS

En 1983 el gobierno del Partido Socialista Obrero Español, encabezado por Felipe González, elaboró una nueva ley universitaria que pudo haber construido una Universidad excelente³. Aparecía en un momento en que las universidades estaban dotándose de plazas de profesorado y algunos grupos destacados imponían un periodo de formación en universidades extranjeras, para lo que el Estado tenía un programa de becas para estancias de investigación en el extranjero con una remuneración apretada

³ Ley Orgánica 11/1983, de 25 de agosto, de Reforma Universitaria (LRU), BOE -A-1983-23432, 1 de septiembre de 1983.

(sobre todo en periodos de devaluación de la peseta, la moneda en la que se concedían las becas), pero suficiente para hacer viable la supervivencia del becado. Existía ya, en algunas áreas científicas, personal formado en el mejor espíritu. La filosofía y aun la letra de la LRU propiciarían que, para la construcción de una Universidad mejor, el nuevo profesorado no se asentase en la institución en la que había estudiado y no fuese seleccionado por el dedo del catedrático a cuya sombra se había criado, previniendo así el problema de la endogamia, a la sazón casi inexistente, ya que la creación de plazas nuevas era reciente. Sin embargo, con una ley ambiciosa y valiente en el BOE, se decidió solucionar un problema práctico aplicando una medida extraordinaria que contravenía totalmente el espíritu de esa ley. El problema: la existencia de un grupo relativamente numeroso de personas que venían trabajando en la Universidad como profesores con contratos no permanentes, casi todas ellas en una corta horquilla generacional (10–12 años). La solución: su conversión en profesores numerarios a través de la evaluación de méritos en un concurso no presencial. El procedimiento estabilizó a casi todo el profesorado no numerario en el lugar que venía ocupando, y dejó a la ley prácticamente sin sujeto de aplicación. Y aquí seguimos, 30 años más viejos, el bloque de los de aquella generación: quienes entramos por oposición tradicional algo antes de esa medida y quienes se nos unieron por aquel concurso. Aquel primer ejemplo, que fue por una sola vez, dio paso a los concursos locales de las universidades que en uso de la ley de autonomía universitaria llenaron las sucesivas plazas con sus candidatos locales. Hay que reconocer que, además de la propensión natural a la endogamia, era un considerable quebranto económico que las plazas a concurso pudieran ser obtenidas por profesores ajenos a “la casa”. Y, así, la endogamia se convirtió en norma con muy escasas excepciones. Levantar el blindaje de los antiguos estatutos universitarios supuso que las decisiones de gestión universitaria se repartieran entre los distintos estamentos, incluidos los del personal de administración y servicios (PAS) y los estudiantes⁴. En definitiva, las universidades públicas hicieron de la autonomía universitaria un asunto de interés gremial para todos sus sectores.

⁴ Los representantes de estos últimos se eligen con participaciones raramente superiores al 10 por ciento, un porcentaje muy escaso desde el punto de vista de legitimación democrática. En tales circunstancias, Montesquieu (en su obra *Defense de l'esprit des loix*) habría sido, sin duda, partidario del sorteo.

Cuando se construye una sociedad universitaria endogámica y gremial como esta, con estatutos y procedimientos orientados a parecer dinámica pero permanecer estática, a protegerse como es, en vez de vivir el riesgo de la evolución, el concepto esencial de ciencia y de Universidad está perdido y solo cabe culminarlo como se hizo: elaborando, con la participación sindical, una Ley de la Ciencia que incluye una planificación de la “carrera investigadora” consistente básicamente en ponerse pronto “en la cola”⁵. El sistema de universidades públicas está blindado y es invulnerable a los efectos de las crisis.

8. LOS RASTROS DE LA CATÁSTROFE

Todas las grandes explosiones dejan huellas reconocibles más allá del momento en que ocurrieron. Puede encontrarse la huella del *big bang* en la radiación de fondo de microondas del universo. Restos de iridio delatan el impacto de un meteorito que en el Cretáceo contribuyó a la extinción de algunos dinosaurios. Más de 2.000 km² de árboles tumbados y convertidos en un puñado de gigantes palillos fueron la traza del caso Tunguska, la explosión en altura de un asteroide, en Siberia, el 30 de junio de 1908. Y la mediocridad académica todavía dominante sigue señalando las decisiones que acabamos de comentar y que provocaron que seamos la Universidad que somos en vez de la que pudimos intentar ser.

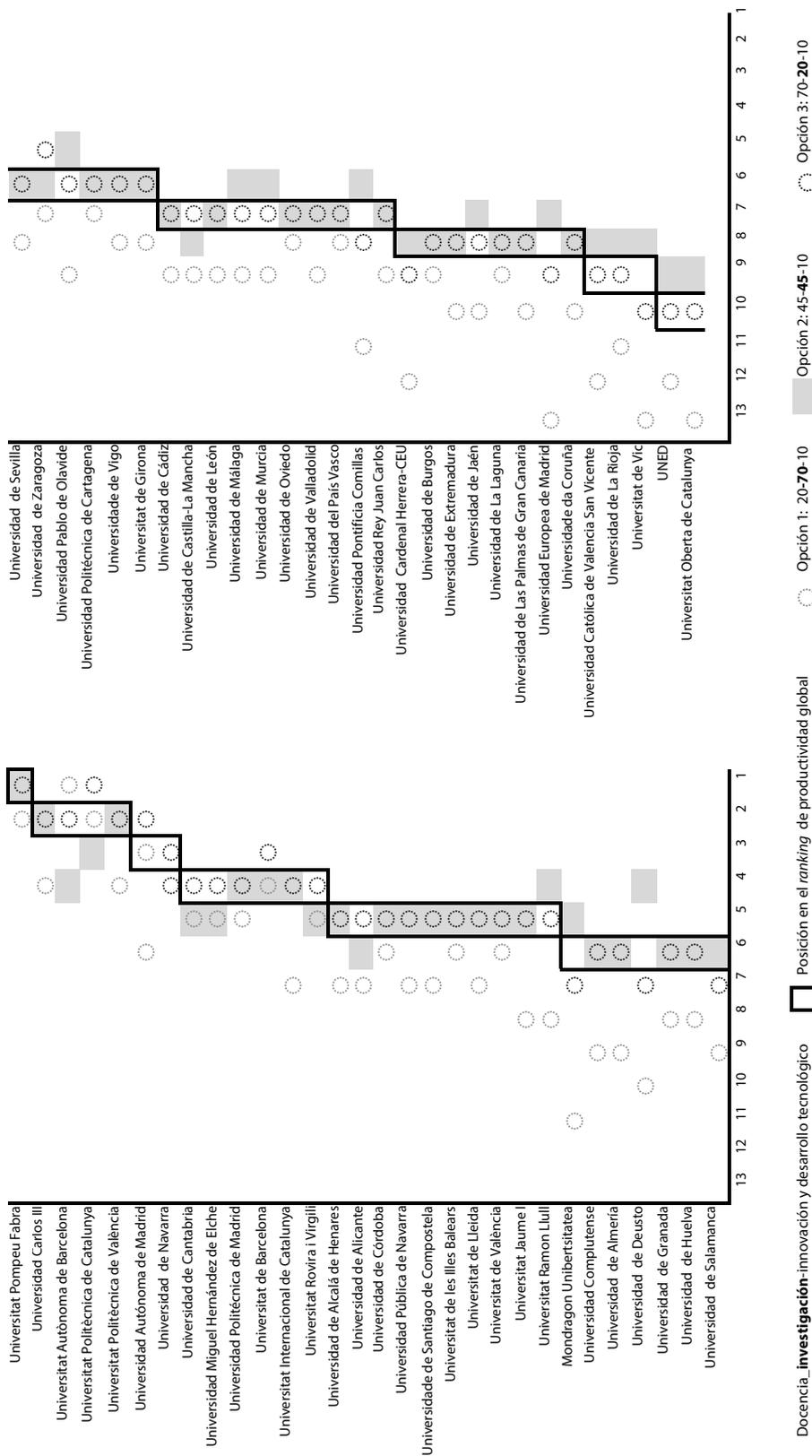
¿Y qué Universidad somos? A este respecto el lector puede acceder a los estudios sobre universidades españolas que anualmente publica la Fundación del BBVA⁶, en los que se analizan los datos de producción en función de distintos parámetros. Puesto que se habla de Universidad como relacionada con economía del conocimiento, y esta se liga continuamente a I+D+i, he elegido la representación de datos en el cuadro 1, en el que las distintas universidades, públicas o privadas, se ordenan en función de su productividad global. Esta posición se marca por un rectángulo en negro cuando la producción total

⁵ Recomiendo a este respecto el artículo “La Universidad que viene: profesores por puntos” del catedrático de Física Teórica José Adolfo de Azcárraga de la Universidad de Valencia (*El País*, 03/04/2011).

⁶ <http://www.u-ranking.es/analisis.php>

CUADRO 1

PRODUCTIVIDAD GLOBAL DE LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS



Nota: Ordenado según posición en el ranking de productividad global con pesos 56/34/10.
Fuente: Fundación BBVA-Ivie.

se calcula según una participación relativa de docencia/*investigación*/*innovación*+desarrollo tecnológico en proporciones 56/34/10, y el término *productividad* corresponde a producción total, dividida por el tamaño de plantilla de personal de la universidad en cuestión. Los resultados coinciden esencialmente con los de la clasificación de Shanghai (ARWU), que sitúa a las universidades españolas en posiciones que a la sociedad española le resultan lógicamente insatisfactorias. Los números en el eje de abscisas (1-13) son posiciones de grupos de universidades con idéntica evaluación según el procedimiento descrito. Por el momento, no precisamos hacer notar más que la tendencia de esos rectángulos a grandes agrupaciones, como indicadora de una homogeneidad alta del sistema universitario.

Adicionalmente se representa, para cada universidad, la variación de grupo en que se posiciona si se cambia el peso relativo de la docencia y la *investigación*, manteniendo en 10 el de *innovación*+desarrollo tecnológico, a valores 20/70/10 (circunferencia de puntos grises), 45/45/10 (cuadrado gris), 70/20/10 (circunferencia de puntos negros). Estos movimientos no son de interpretación evidente ni están directamente relacionados con la *investigación*, ya que un cambio a mejor posición al pasar de una relación *docencia/investigación* de 56/34 a 45/45 podría deberse no solo a una buena *productividad* investigadora enmascarada por una mala *productividad* docente, sino simplemente a una muy mala *productividad* docente. Afortunadamente, lo que principalmente nos ocupa aquí se manifiesta con bastante claridad en los resultados correspondientes a la proporción $D/I = 20/70$. En este caso, con muy pocas excepciones las posiciones de las universidades bajan notablemente. Esto afecta claramente a universidades privadas y a la UNED (poco experimental por su propia naturaleza), pero en no mucha menor medida a la mayoría de las otras. Parece poco discutible que las plantillas universitarias españolas, *consideradas como un conjunto homogéneo*, son poco eficaces en *investigación*.

Un examen de las excepciones a este deslizamiento general hacia la izquierda de la figura de las circunferencias de puntos negros permite un análisis relativamente sencillo del fenómeno. En primer lugar, entre las universidades que se mantienen o mejoran en posición predominan las catalanas, para las que es fácil identificar el efecto favorable en I+D del sistema ICREA (Institut Catalana de Recerca i Estudis Avançats)

que, desde 2001, ha venido permitiendo la contratación de investigadores no ligados a necesidades docentes (incluyendo extranjeros de prestigio) en grupos y centros de *investigación* generalmente asociados a universidades. Los resultados de *investigación* de estos investigadores contabilizan en el haber de sus universidades y mejoran el cociente *investigación/docencia* notablemente. Por otro lado, sus campus universitarios cuentan con potentes institutos de *investigación* que también contribuyen en la misma dirección.

No existe un instrumento de potencia semejante en el resto de las autonomías, y el ejemplo catalán demuestra que es posible mejorar la situación. Pero no debe confundirse el resultado confundiéndolo con un simple incremento de inversión y olvidando el detalle principal del procedimiento. El sistema ICREA y la financiación de institutos de *investigación* siguen un modelo que podemos llamar "americano", no funcional, que nuestras universidades tradicionales y sus diversos órganos de representación considerarían probablemente inaceptable y poco democrático.

9. UNA IMAGEN INJUSTA EN LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN

El conjunto de resultados expuestos y comentados hasta aquí no deja en buen lugar a la *productividad* investigadora de la Universidad española, analizada globalmente. Pero también deja traslucir que es la existencia de mucho profesorado de baja o nula *productividad* (individual o como área) la que oculta la existencia de altas *productividades* de otros individuos, grupos y áreas. De hecho la producción científica de España en 2012, con 82.895 documentos, nos sitúa en la décima posición del *ranking* mundial, con un porcentaje del 3,47 sobre el total del mundo.

La Universidad no es un conjunto homogéneo. Es, más bien, un conflicto vital como el de la sociedad misma, en el que quienes trabajan ven su labor y el reconocimiento de su esfuerzo dificultados por quienes se dedican a otras cosas. Hace ya algunos años que cualquier iniciativa universitaria (pongamos por caso la propuesta de un nuevo doctorado) tiene que soportar no uno, sino varios controles de garantía de calidad. En estos procedimientos, de discutible eficacia,

se ocupan muchos que fueran más bienvenidos para generar actividad de calidad que para controlar la ajena. No ayuda en esta disputa entre creación y marasmo que la lectura poco reflexiva de los resultados globales de las universidades españolas, reducida a veces al *ranking* de Shanghai, lleve a los titulares de los medios de comunicación y a la opinión pública a despreciar equivocadamente nuestra capacidad de generar ciencia y conocimiento. La simplificación en los medios sugiere que *toda la Universidad* es poco capaz de generar investigación. Afortunadamente, la generación de ciencia y conocimiento no precisa de la participación de toda la Universidad. A veces basta con un pequeño grupo de trabajo, a veces con un individuo. En realidad, si seleccionáramos lo mejor en sus distintas áreas del profesorado y del alumnado de cada una de las universidades públicas españolas, podríamos constituir con todos ellos dos o tres universidades competitivas por esos cien puestos de las mejores del mundo. El problema de cada universidad como entidad evaluable es, como acabamos de analizar, el elevado porcentaje de componentes que no aportan nada o casi nada a parámetros como la investigación o la dirección de tesis que tienen un peso importante en la evaluación. Ese elevado porcentaje pesa como una losa en la evaluación de la productividad. Esquivaré asignar números específicos, pero en muchas universidades y áreas son extraordinariamente elevados.

Por otro lado, la creación de conocimiento, como cualquier actividad creativa, puede verse enormemente influenciada por el entorno intelectual y físico de trabajo y por la adecuación estructural del sistema. Con el fin de facilitar la creación, se fundaron las universidades y los servicios que deberían auxiliar a la función principal. Lamentablemente, es frecuente que los servicios auxiliares y las propias plantillas de profesorado sean el resultado de circunstancias ocasionales muy ajenas a cualquier organización racional y de eficacia. No es raro que se acumule personal de administración en servicios o áreas que dejaron de requerir tanta dedicación o en departamentos que desarrollan escasa actividad más allá de la docente (que es la que menos necesidad de gestión genera), mientras otros con gran actividad de proyectos no reciben refuerzo administrativo o técnico. No hay gerente que se atreva a poner orden en semejante dislate funcional.

Ha pasado ya suficiente tiempo desde su inicio para que la evaluación de sexenios de

investigación proporcione una imagen imprecisa, pero cualitativamente real de la actividad investigadora de las universidades. Parece que no son la excepción las que tienen un 60 por ciento de profesores sin un solo sexenio evaluado positivamente. ¿Qué productividad global universitaria puede alcanzarse por mucho que trabajen quienes lo hacen? Y, no menos importante, ¿a qué dotaciones institucionales (grandes equipos, por ejemplo) pueden aspirar, qué receptividad a sus aspiraciones de mejora, qué planificación de cambio, qué posibilidad de revolución intelectual, qué respeto al buen hacer pueden esperar quienes se esfuerzan en ese ambiente dominante?

Las posibilidades de regeneración de la Universidad desde dentro no son muchas. En el hipotético caso de que un rector con deseos de cambio consiguiera salir elegido, no encontraría mecanismo para ponerlo en marcha frente al conjunto de intereses gremiales legalmente protegidos. Por eso algunos rectores ni se lo plantean. Otros, los mejores, lo intentan por algún tiempo y en vista de las dificultades caen en la melancolía. Por otro lado, el estudio realizado por encargo del Ministerio de Educación y Cultura, bajo el mandato del ministro Wert, por expertos independientes de las causas de nuestra decadencia universitaria y las posibles soluciones coincide, en gran parte, con las premisas y los planteamientos iniciales de la LRU⁷. Se presentó hace algo más de dos años, pero prácticamente ha desaparecido del debate público, entre otras razones por falta de interés de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE). Así pues, también los intentos de regeneración global de la Universidad desde fuera (desde el gobierno) parecen de incierto destino.

10. IDEAS PARA MEJORAR

En los próximos diez años se producirán jubilaciones bastante masivas de la generación que nos "apoderamos" de la Universidad en el inicio de los años ochenta, sin dejar apenas resquicio de entrada a las nuevas generaciones. Sería una oportunidad para corregir errores, cambiar modelos de selección del profesorado y hacerlo con alguna pausa que permita dispersar la franja de edades del profesorado, en vez de volver a

⁷ El informe de la Comisión de Expertos puede consultarse en: <http://www.mecd.gob.es/prensa-mecd/actualidad/2013/02/20130215-comision-expertos.html>

saturar las plantillas, de forma que a los mejores de la década del 2020 les quede alguna ocasión de acceder al cuerpo de profesores. Está en manos de la Universidad hacerlo sin enfrentarse a sus plantillas actuales y esta sería una verdadera solución para algunos aspectos del problema.

Puestos a imaginar procedimientos eficientes y más rápidos para que alguna de nuestras universidades escale puestos en el *ranking* de Shanghai o para intentar mejorar su estado actual, mi experiencia de varias décadas en la Universidad me permite sugerir algunos que, para no alargarme en exceso, me limitaré a enunciar brevemente.

10.1. Creación de universidades de élite en Ciencia y Tecnología

En algunos países que quieren emerger científicamente se ha puesto este sistema en práctica. Profesores destacados (generalmente extranjeros) son seleccionados y merecidamente bien pagados para poner este tipo de universidades en marcha, mantenerlas en funcionamiento y formar a la siguiente generación. A su alcance se ponen medios materiales y humanos, incluidos estudiantes becados de todo el mundo. Este tipo de iniciativas suelen venir acompañadas de la construcción de nuevas ciudades-campus para favorecer un ambiente universitario no perturbado por las condiciones normales del país. Son utopías bien planeadas con personas muy comprometidas en hacerlas realidad. Obviamente, estas universidades no se gestionan con un sistema funcionarial. La KAUST (King Abdulla University of Science and Technology) en Arabia Saudí es un modelo en esa línea. El proyecto Yachay Tech en Ecuador, liderado por el español Fernando Albericio, es otro buen ejemplo de creación de una universidad de investigación intensiva que aspira a ser referente tecnológico de la región y a lograr reputación internacional.

10.2. El banco malo y el banco bueno

Invertir en el rescate de la crisis universitaria cantidades parecidas a las que se han destinado al rescate bancario se antoja una utopía. Además, los problemas fundamentales de la Universidad no tienen mucho que ver con la crisis económica. Pero no sería ninguna tontería apli-

car la política del banco malo para que nuestro sistema universitario encontrase un posicionamiento en las clasificaciones mundiales que está a su alcance. La idea sería crear en cada universidad un "banco bueno" agrupando lo más productivo (áreas o grupos de personas) bajo un nuevo nombre (UVaTEC, UBU2, UCMPPlus, etc.). Tales agrupaciones arrojarían en las evaluaciones parámetros mucho más positivos, incluso para universidades de productividad modesta. Ese núcleo inicial más productivo, protegido adecuadamente, podría poco a poco incorporar nuevas unidades que, motivadas por el ejemplo, progresaran en productividad. La idea es aplicable a escala regional y autonómica. Por poner un ejemplo cercano a mi experiencia, imaginemos la creación de una unidad virtual "Universidad de Castilla y León" (UniCyL) que agrupara virtualmente las unidades más productivas de sus universidades públicas manteniendo la presencia de este profesorado en los distintos campus. Sobre esa base sólida de gente activa se podría experimentar una nueva forma de gestión y crecimiento, como la que se intenta ahora con los bachilleratos de excelencia. Siendo realista, es imaginable que, comenzando por los rectores, se respondiera contra semejante "intromisión en la autonomía universitaria por parte del gobierno autonómico". Incluso para la versión intrauniversitaria, es casi imposible que el resto de la plantilla consintiese lo que muchos interpretarían como "una medida elitista y antidemocrática que insulta a los trabajadores de este organismo autónomo". Lo cierto es que resulta difícil imaginar a los gobiernos autonómicos con la fuerza y resolución necesarias para crearse este problema tan cercano a ellos, ni lamentablemente parece probable que los rectores que pudieran coincidir con tal idea consiguieran liderar con éxito la aplicación efectiva de medidas de mayor exigencia inmediata en el trabajo. Los pueblos siguen mejor a los líderes cuesta abajo que cuesta arriba.

10.3. Una red estatal transversal de grupos universitarios de élite

Los dos anteriores proyectos son de improbable nacimiento en nuestro Estado, donde es mucho más verosímil que se apueste por mantener unas pocas universidades e institutos como verdaderos centros de investigación (ya ocurre con el programa de excelencia Severo Ochoa) dejando al resto caer a la categoría de academias de formación, sin apenas actividad de investiga-

ción. De ocurrir esto, se acrecentarán las desigualdades regionales y quedarán cortados los canales que ocasionalmente proveen a los mejores centros de investigación de los mejores estudiantes de todo el Estado, en perjuicio también de esos centros. En efecto, los centros de excelencia se nutren de estudiantes que se forman en grupos de investigación activos (y también excelentes en su escala de dimensión) de todas las universidades. Los buscan con ahínco porque ellos mismos no suelen ser centros formativos (le ocurre así al CSIC). ¿Quién producirá estos graduados, másteres y doctores si los responsables de ello en las universidades no excelentes ven degradada su propia actividad de investigador, que es lo que a menudo compensa espiritual e intelectualmente su esfuerzo contra la atonía dominante en su centro? Yo mismo imagino que, por debajo de un nivel de satisfacción investigadora, cerraría el laboratorio. Sin el mantenimiento de esos grupos productivos distribuidos por las distintas universidades, el sistema tecnológico y científico del país será un cerebro funcionando bajo apoptosis programada de la mitad de su población estudiantil.

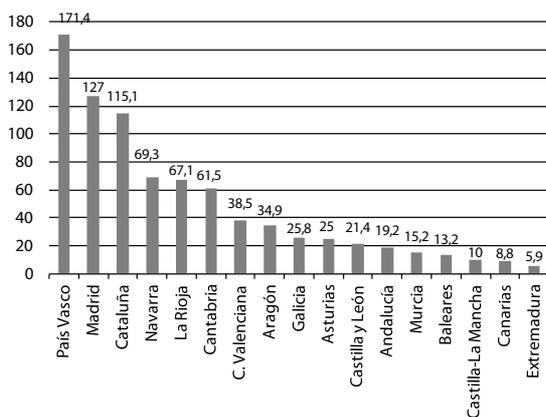
He escrito en el párrafo anterior “de ocurrir esto”, pero de hecho ya está ocurriendo,

como muestra el cuadro 2. Por primera vez en el periodo 2007-2014 España consiguió volcar a su favor el porcentaje de retorno (8,1 por ciento) frente al de aportación (7,8 por ciento) al programa marco de I+D de la Unión Europea. El gráfico derecho indica el porcentaje de ese retorno que fue a parar a las distintas comunidades autónomas; fundamentalmente a Madrid, Barcelona y el País Vasco, donde existen grandes institutos de investigación y centros del CSIC. El gráfico izquierdo recoge el valor de ese retorno en euros por habitante de cada comunidad y refleja una realidad altamente inquietante: por cada euro que recibe por ciudadano Castilla-La Mancha, el País Vasco recibe 17,14, Madrid 12,70, Cataluña 11,51, Navarra 6,93 y Castilla y León 2,14, por no mencionar los 59 céntimos por habitante de Extremadura. Es decir, las comunidades que no han alcanzado un nivel suficiente en investigación financian a través de Europa el crecimiento de las más potentes, a costa de su propia progresiva liquidación. Es interesante también notar el destacado lugar y beneficio añadido por esta vía de las comunidades que disfrutan del privilegio fiscal asociado al régimen foral, que les permite mayores inversiones propias en investigación.

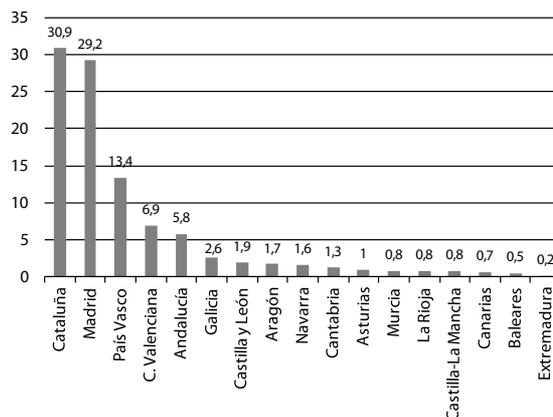
CUADRO 2

DISTRIBUCIÓN DEL RETORNO DEL VII PROGRAMA MARCO DE LA UE, POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS (2007-2013)

EN EUROS POR HABITANTES



EN PORCENTAJE DEL TOTAL



Nota: El retorno se refiere al presupuesto adjudicado en convocatorias competitivas.
Fuente: CDTI, Portal de Datos del Programa Marco (consultado en septiembre de 2014).

Así pues, ¿cómo mantener y reforzar con carácter general la actividad de los grupos productivos de las universidades? Para ser realistas, la cuestión planteada debe partir, como premisa, de la imposibilidad de una regeneración general y espontánea del sistema universitario y de la existencia de buenos científicos vocacionales en muchos sitios. Nuestra organización estatal de ciencia y tecnología se apoya en el CSIC –de organización funcional pero con institutos destacados–, en las universidades públicas, también funcionariales, pero de dependencia autonómica, y de unos pocos centros que, con subvenciones autonómicas (fundamentalmente en Cataluña y en el País Vasco), se gestionan con regímenes total o parcialmente alejados del clásico funcional. El éxito en productividad de estos últimos (y de muchos centros extranjeros) confirma las virtudes de un sistema en el que los individuos son considerados diferentemente en función de su capacidad de generar ideas y alcanzar objetivos. Quizá la Universidad no vaya a propiciar este tipo de relación con sus funcionarios, pero ¿puede oponerse a una diferenciación que venga desde fuera?

Así, la propuesta es que el propio Estado construya redes de grupos de investigación productivos en las distintas universidades o ampare su libre generación y coordinación, cuide en parte su financiación, incluso los dote de personal en formación y auxiliar en función de sus resultados, garantizando esas condiciones de existencia por financiación directa y no a través de las universidades, en general muy poco dispuestas a diferenciar entre los componentes de sus plantillas. En realidad, aspectos asociados a esta gestión que propongo ya existen: la financiación de la investigación en los planes nacionales se asigna a los grupos solicitantes, bastando el consentimiento del Vicerrector de Investigación de la correspondiente universidad a la solicitud.

Dentro de esa red de grupos asociados en una entidad suprarregional e interuniversitaria (una especie de institutos virtuales) podrían producirse ensamblajes de grupos con intereses comunes que verían potenciada su capacidad de acción investigadora. Obviamente, la pertenencia a esas redes no sería permanente sino en función del mantenimiento de productividad. La Universidad perdería únicamente el ineficaz absolutismo de su control, pero ganaría productividad investigadora y financiación adicional (aunque no controlada por ella), oportunidades para sus estudiantes, y dinamismo y estímulo

para mejorar también en otras áreas de conocimiento suyas menos desarrolladas.

Hace unos pocos años el Ministerio lanzó una serie de proyectos para redes de grupos de excelencia (programa Consolider dentro de la iniciativa INGENIO 2010) que dieron lugar temporalmente a este tipo de organización. Los resultados en productividad fueron excelentes, pero, al parecer, se ha decidido no relanzarlos, a pesar de la campaña solicitando su renovación⁸. Perderemos otra oportunidad. Es posible implantar un sistema permanente de este tipo. Es más, es imprescindible. El propio CSIC tiene su red de institutos a la que añade (y en esto hay un cierto parecido) unidades asociadas e institutos mixtos Universidad/CSIC con el fin de captar jóvenes bien formados. Esta propuesta (llamémosla REDUNI+D) permitiría organizar parte de la gestión investigadora estatal directamente, sin otra interferencia del organismo principal (las universidades) que la de salvaguardar la dedicación debida de sus profesores a las tareas universitarias de su cargo. ¿Qué posición podría alcanzar esa o esas entidades en cualquier *ranking*? O, alternativamente, ¿cuánto subiría cada una de las universidades con profesorado en esa red como consecuencia de la mejora en producción de sus grupos participantes, a coste cero para ellas? La propuesta solo tiene algunas dificultades prácticas: 1) que debe ser una construcción mantenida en el tiempo; 2) que no puede permitirse una especie de consolidación permanente sin evaluación periódica de la pertenencia a la misma; y 3) que debe nacer con un acuerdo general. Porque es bien sabido que cualquier creación de un gobierno tiende a ser atacada por la oposición independientemente de que se demuestre un éxito o un fracaso. Así pues, ¿quién debería comenzarla? No lo sé, pero sí quién debería reclamarla y mantenerla: aquellos científicos y tecnólogos en la Universidad que hacen investigación y desarrollo porque les sale de dentro y porque quieren ofrecer oportunidades a sus alumnos y compartir con ellos la ambición de saber y buscar lo que llevan dentro, aun a costa del tiempo que debería ser su ocio. Hay que decir que esos científicos y tecnólogos abundan en las universidades más de lo que se puede imaginar.

⁸ Véanse algunas reacciones provocadas por esta decisión en: <https://www.change.org/p/ministerio-de-economia-y-competitividad-salvar-la-investigacion-cientifica-en-espana>

11. UN FINAL REALISTA: LE TOCA A LA EMPRESA

Cuando los políticos españoles hablan de estas cosas en abstracto, parece que esperan que sea la Universidad la que lidere un cambio social hacia la sociedad del conocimiento. Ya he comentado por qué la Universidad, como organismo, no está para tales hazañas. Pero también he advertido de que, contra lo que a veces se piensa, hay potencial creador y de estudio en las universidades y en el CSIC, si se sabe buscar a las personas adecuadas sin dar por supuesto que una posición de profesorado por sí misma garantiza lo que se supone que representa.

Sin embargo, pese al porcentaje del 3,47 por ciento de producción científica sobre el total mundial, el porcentaje de patentes triádicas (solicitadas simultáneamente en Europa, Japón y Estados Unidos) en España es solamente el 0,3 por ciento, comparado con el 11,1 por ciento de Alemania, o con el 1,3 por ciento de Italia con quien nos comparamos muy bien en porcentaje de documentación científica. El realismo impone ser consciente de que ni la función de la investigación en los grupos productivos universitarios, ni su experiencia están necesariamente orientadas hacia lo que, desde siempre y también en la nueva economía, es el papel de las empresas. Son estas las que principalmente deben responsabilizarse de la planificación y el impulso inicial de esa economía del conocimiento, como ocurre cada día en los países tecnológicamente punteros. No se puede depender únicamente de la espontánea aparición de empresas *spin-off*. El resultado concreto de las investigaciones universitarias no suele ser directamente transferible, salvo en las áreas tecnológicas, pero el saber lo es. Las empresas deben iniciar el diálogo y ser conscientes de que, pese a la imagen del *ranking* de Shanghai, en las universidades existen interlocutores válidos.

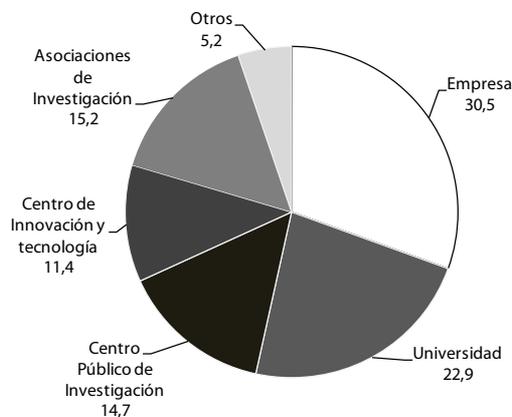
Según los datos del estudio al que venimos aludiendo, solo un 6,9 por ciento de empresas españolas están involucradas en algún tipo de cooperación en innovación. Pese a ello, el resultado para las empresas es muy interesante y queda, en algún modo, reflejado incluso en el porcentaje de retorno de fondos europeos que recoge el cuadro 3.

Las empresas deben considerar seriamente la conveniencia de recurrir a la Universidad para

innovar. Pero deben también comprender que el investigador no está allí para ponerse a su servicio incondicionalmente, sino para generar conocimiento y, sobre todo, gente preparada para trabajar en ese nuevo ámbito que ahora precisa la empresa. Las nuevas exigencias de innovación en la empresa aconsejan muy fuertemente que estas contraten a profesionales con el grado de doctor y alguna experiencia postdoctoral, preferiblemente en otros países. Pueden contar también con que pocos investigadores con auténtica vocación se resistirán a la propuesta de un problema interesante y con repercusión social. Es fácil que, establecido por el empresario emprendedor el contacto en torno a una necesidad específica de la empresa, encuentre más respuestas de las que esperaba. Y hay una amplia variedad de proyectos, tanto europeos como nacionales y regionales, para facilitar estas colaboraciones.

CUADRO 3

DISTRIBUCIÓN DEL RETORNO POR TIPO DE ENTIDAD PARTICIPANTE (EN PORCENTAJE)



Nota: El retorno se refiere al presupuesto adjudicado en convocatorias competitivas.

Fuente: CDTI, Portal de Datos del Programa Marco (consultado en septiembre de 2014).

12. EN RESUMEN

Es difícil que la economía de una sociedad tenga una componente importante de participación del conocimiento sin una Universidad com-

petente detrás. Y esta se consigue y se conserva del mismo modo que un buen césped: se siembra con semilla seleccionada generación tras generación, y se cuida cada día con esmero y amor para servir su objetivo: que alegre la vista mirarlo y que se pueda caminar sobre él a pie descalzo, sin miedo a torcerse un tobillo, porque es de fiar.



Nanoquímica: una verdadera revolución científico-tecnológica

M. ARTURO LÓPEZ-QUINTELA*

RESUMEN**

La nanoquímica –dedicada al estudio de la síntesis y las propiedades de materiales de tamaños submicrométricos (nanomateriales)– ha cobrado en los últimos años gran influencia como agente económico capaz de iniciar una nueva revolución científico-tecnológica. En este artículo se muestran, de forma sencilla y general, las bases científicas por las que la nanoquímica ha iniciado esta nueva revolución, describiéndose los campos de aplicación más importantes en los que tendrá un mayor y más rápido impacto. Asimismo, se analizan los posibles cambios económico-empresariales asociados a la implantación de esta nueva tecnología.

1. INTRODUCCIÓN

La nanoquímica representa una parte de la química dedicada al estudio de la síntesis y las propiedades de materiales de tamaños submicrométricos, denominados nanomateriales. En principio, las propiedades de los nanomateriales deberían ser diferentes de las de los materiales masivos, ya que su superficie relativa aumenta con la disminución del tamaño. Muchas de las aplicaciones de los materiales están relacionadas con la superficie de los mismos. Así, por ejemplo, los catalizadores aumentan su eficiencia proporcionalmente a su

* Universidad de Santiago de Compostela (malopez.quintela@usc.es).

** El autor agradece a todas las personas que han trabajado o colaborado con el Grupo de Investigación en Nanotecnología y Magnetismo (Nanomag) de la USC (Instituto de Investigaciones Tecnológicas) desde sus comienzos, así como a las que han contribuido a desarrollar la compañía Nanogap.

superficie activa, constituida únicamente por los átomos de la superficie. Por esta razón, los nanomateriales son catalizadores más eficientes que los catalizadores tradicionales. Existen, además, otras propiedades que, por la misma razón, dependen también del tamaño del material, como, por ejemplo, las propiedades ópticas, magnéticas, etcétera. Este hecho, relacionado con el previsible cambio de las propiedades de los materiales al reducir su tamaño, podría llegar a suponer una verdadera revolución tecnológica, pero –evidentemente– no científica. Sin embargo, se ha observado que cuando los nanomateriales se reducen a tamaños muy pequeños, de forma que contengan solamente un número reducido de átomos (menor de aproximadamente 100-500 átomos), las propiedades cambian drásticamente y de forma no previsible si se tiene en cuenta solamente su mayor relación superficie/volumen. En esta última región de la materia, antes de llegar a los átomos, los efectos cuánticos de tamaño juegan un papel muy importante, de forma que aparecen nuevas e inesperadas propiedades que convierten a los nanomateriales en –también– una nueva revolución científica.

Por su carácter transversal, la nanoquímica puede estar presente en la mayor parte de los sectores productivos, por lo que su potencial influencia como nuevo agente económico capaz de iniciar una nueva revolución científico-tecnológica es un hecho ya reconocido. En este artículo se mostrarán, de forma sencilla y general, las bases científicas por las que la nanoquímica ha iniciado esta nueva revolución, describiéndose los campos de aplicación más importantes en los que la nanoquímica tendrá una mayor y más rápida influencia, y se hará un análisis de los posi-

bles cambios económicos-empresariales asociados a la implantación de esta nueva tecnología.

2. BASES CIENTÍFICAS DE LA NANOQUÍMICA

“There is plenty of room at the bottom”. Este es el título de la conferencia invitada que Richard Feynman (premio Nobel de Física en 1965) impartió en el encuentro anual de la *American Physical Society*, el 29 de diciembre de 1959. En este discurso, Feynman expuso la importancia y necesidad del estudio de la materia a nivel “nanoscópico”. Sin embargo, en la época de Feynman, existían verdaderas limitaciones para el estudio y la caracterización de nanoestructuras. Tuvo que esperarse a la década de los ochenta, cuando el alemán Gerd Binnig y el suizo Heinrich Röhrer revolucionaron el mundo de la microscopía con la invención del microscopio de efecto túnel (STM), que les llevó hacia el Nobel en 1986. Tan solo un par de años después, el mismo Binnig, esta vez con otros dos colaboradores, el suizo Christoph Gerber y el americano

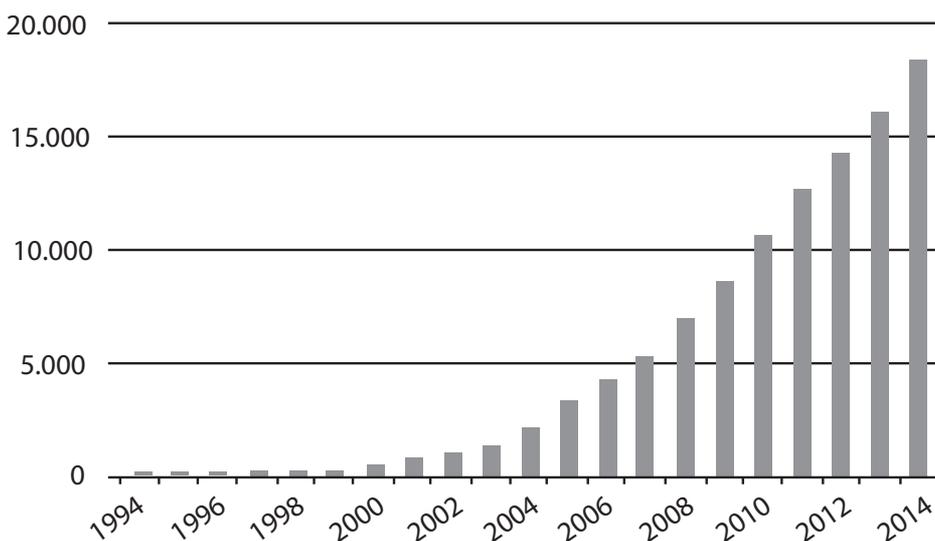
Calvin Quate, dio un paso más con el desarrollo del microscopio de fuerzas atómicas (AFM), que permitía la misma resolución atómica en condiciones atmosféricas sin la restricción de que la punta y la superficie fueran conductoras.

Desde entonces, la nanotecnología ha crecido de forma exponencial hasta nuestros días, tal como puede verse reflejado en el número de publicaciones y la inversión anual en investigación en este campo (gráficos 1 y 2). El gráfico 1 muestra el número de publicaciones en las que se cita el nombre nanopartícula (NP), entendida como materiales formados por partículas menores de aprox. 100 nanómetros de tamaño. El gráfico 2 representa el crecimiento en la inversión pública en diferentes países desde el año 2000.

Una pregunta surge entonces, ¿por qué el gran auge de esta nueva disciplina? En primer lugar, podemos atribuirlo a que esta tecnología tiene un carácter fundamentalmente transversal, ya que se define de acuerdo a la escala (nanoescala) y no al sistema en concreto de estudio, de forma que sus aplicaciones abarcan (o pueden abarcar) a prácticamente todos los ámbitos del quehacer humano incluyendo el medio ambiente,

GRÁFICO 1

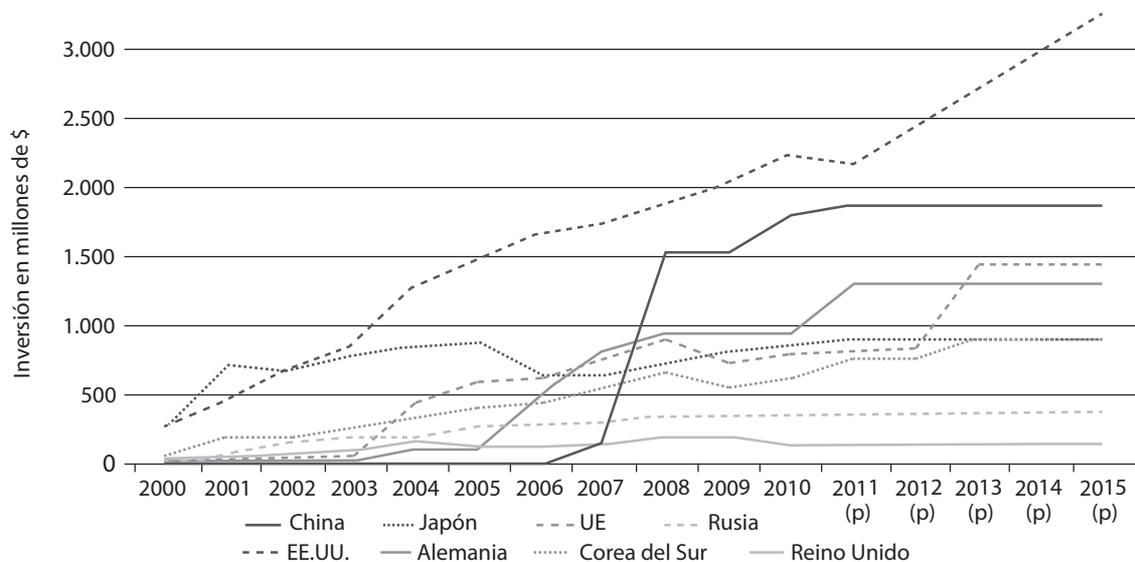
CRECIMIENTO DEL NÚMERO DE PUBLICACIONES EN NANOTECNOLOGÍA DESDE 1994



Fuente: Griffiths (2014).

GRÁFICO 2

INVERSIÓN PÚBLICA EN NANOTECNOLOGÍA DESDE EL AÑO 2000



Fuente: Cientifica Ltd, *Global Funding in Nanotechnologies & Its Impact* (julio, 2011).

la energía, la medicina, las industrias de alimentos, textiles, la construcción, los transportes, la electrónica, las tecnologías de la información y comunicaciones, la agricultura, la ganadería, la cosmética, etcétera. Podemos así afirmar que la nanotecnología dará origen a la revolución industrial del siglo XXI, como ya lo dijo Charles M. Vest (exrector del Massachusetts Institute of Technology) en un discurso pronunciado en Londres el año 2001¹. En la figura 1 se pueden observar las innumerables aplicaciones de la nanotecnología y su relación con las áreas clásicas tradicionales.

En segundo lugar, la importancia de los nanomateriales viene motivada por el hecho de que sus propiedades se encuentran "a mitad de camino" entre las de los átomos –dominados por los efectos cuánticos– y los materiales macroscópicos. Dentro de este apartado es conveniente recordar que los efectos cuánticos, debido al pequeño tamaño de las nanopartículas –sobre todo, en los tamaños inferiores ($\approx < 10\text{nm}$), conocidos como efectos cuánticos de tamaño– son un exponente de las nuevas propiedades que aparecen en esta zona de la materia.

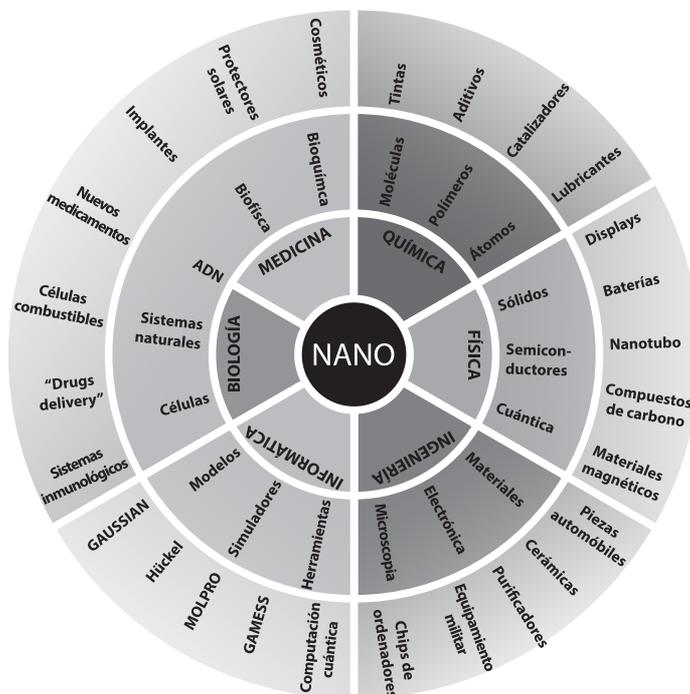
¹ Bajo el título "Education for a New Era" (<http://web.mit.edu/president/communications/guildhall.html>).

Un claro ejemplo de la gran influencia que ejercen los efectos cuánticos podemos verlo en los metales. Cuando el metal se divide en pequeños fragmentos de tamaños nanométricos, desaparece su característico brillo metálico y da lugar a la aparición de vistosos colores que dependen del tipo de metal (fundamentalmente en la plata, el oro y el cobre). Este hecho se debe a que los electrones libres de conducción, presentes en la superficie de las partículas metálicas, pueden oscilar con la luz absorbiendo energía. Estos vistosos colores de las nanopartículas fueron ya empleados, aunque sin saber su fundamento, por los expertos en el arte de las vidrieras en los siglos XI y XII. Los componentes principales generalmente utilizados durante este periodo para la fabricación del vidrio eran, según la descripción del monje benedictino alemán Theophilus (*De diversis artibus*): una parte de arena y dos partes de cenizas de madera de haya, adicionando a la masa vítrea determinados óxidos para lograr los vidrios de color.

Sin embargo, cuando el tamaño de la nanopartícula metálica se reduce todavía más y comienza a ser similar al de la longitud de onda λ de De Broglie ($\approx 0.5\text{ nm}$), las partículas comienzan a comportarse electrónicamente como puntos

FIGURA 1

EJEMPLOS DE APLICACIONES DE LA NANOTECNOLOGÍA MOSTRANDO SU CARÁCTER TRANSVERSAL



Fuente: Nanopuc (<http://www.ica.ele.puc-rio.br/nanonapucio/mod/resource/view.php?id=3>).

de dimensión cuántica cero (o cajas cuánticas). Al igual que sucede en los átomos, los electrones que antes se movían libres en las nanopartículas, son ahora atrapados en la caja y dejan de ser electrones libres, por lo que las partículas pierden su carácter metálico y desaparece su correspondiente color. Esto es lo que ocurre cuando entramos en la región denominada de los clústeres atómicos, que no son más que agrupaciones de átomos ($\approx 100-200$ átomos), con tamaños inferiores a $\approx 1,5$ nm, comportándose de modo muy diferente a los átomos del metal. Ahora, el *metal* con estas dimensiones solamente algo mayores que los átomos, *paradójicamente* deja de ser *metálico* y su comportamiento se asemeja más a los semiconductores o moléculas formadas por agrupaciones de átomos (Calvo, Rivas y López-Quintela, 2012).

Este ejemplo pone de manifiesto una particularidad muy importante de los materiales, que había pasado inadvertida: las propiedades de los materiales dependen de su tamaño y pueden

ser completamente diferentes a las del material masivo.

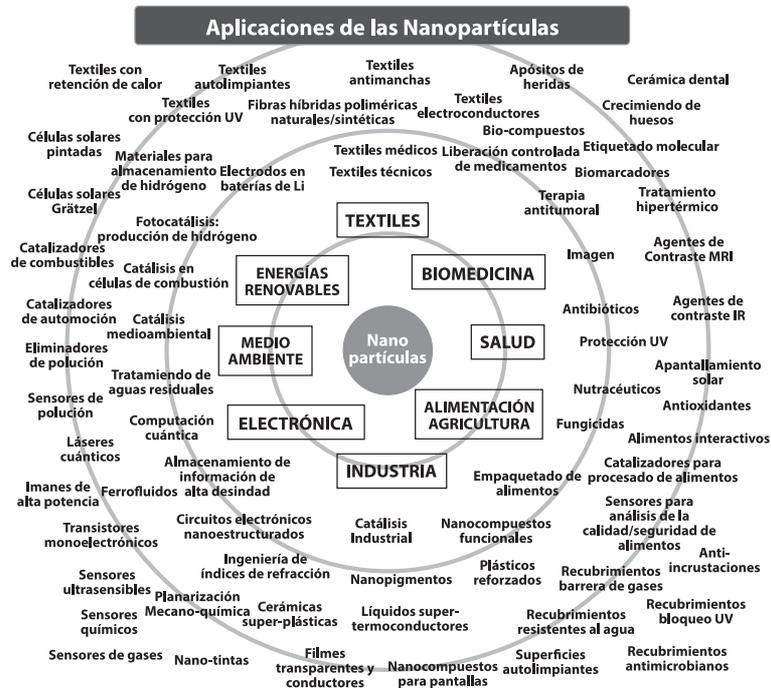
3. CAMPOS DE APLICACIÓN DE LA NANOQUÍMICA

La nanoquímica y, en particular, los nanomateriales ya se están usando en numerosos productos y en una gran diversidad de aplicaciones industriales. La figura 2 representa una visión de la impresionante variedad de las aplicaciones de las nanopartículas.

Sería muy difícil y, al mismo tiempo, fuera de los límites del presente artículo, una descripción de todas las posibles aplicaciones de los nanomateriales. Por ello, en esta sección, mostraremos solamente algunas de las aplicaciones

FIGURA 2

APLICACIONES DE LOS NANOMATERIALES



Fuente: Tsuzuki (2009).

que a nuestro entender son (o pueden ser) más relevantes (una lista exhaustiva de los productos nanotecnológicos que se comercializan en la actualidad, así como sus aplicaciones en los diferentes campos, se puede consultar en la página web de Nanowerk [www.nanowerk.com]).

3.1. Electrónica

Dentro de este capítulo merece una mención especial el desarrollo de materiales conductores y transparentes para la nueva generación de pantallas táctiles (*transparent conductive films*, TCFs). Los principales motores comerciales para la sustitución del material actualmente empleado (cerámica de óxido de estaño dopado con indio, más conocido por su acrónimo inglés, ITO, *indium tin oxide*) son: una mejora de sus pro-

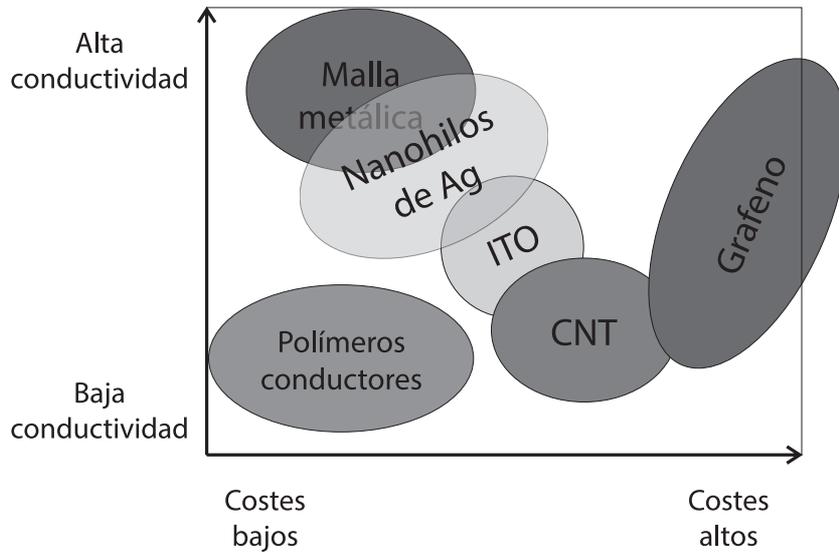
piedades optoelectricas (disminución de su resistencia eléctrica y aumento de la transparencia), lo que viene motivado por la necesidad de aumentar el tamaño de las pantallas táctiles, mejorar la calidad de la respuesta al tacto, disminuir el consumo de energía, el peso y el grosor de los dispositivos móviles, así como lograr dispositivos flexibles (por ejemplo, teléfonos móviles curvos y pantallas táctiles), algo que no puede hacerse evidentemente con la cerámica de ITO.

Aunque en el mercado existen diferentes alternativas al ITO, tal como se muestra en la figura 3, parece que las nanofibras de plata tienen una gran ventaja respecto a sus competidores por su bajo coste y alta conductividad eléctrica.

Para que las nanofibras de Ag tengan las propiedades electroópticas adecuadas para sustituir y mejorar las propiedades del ITO, es necesario que su diámetro sea inferior a $\approx 30\text{-}50\text{nm}$, al objeto de evitar la difracción de la luz visible

FIGURA 3

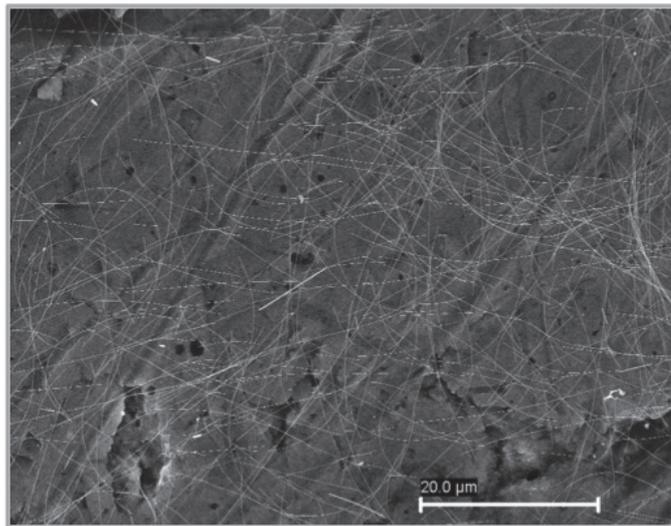
PRESTACIONES (CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA VS. PRECIO) DE DIFERENTES NANOMATERIALES



Fuente: De Graaf et al. (2015).

FIGURA 4

FOTOGRAFÍA DE NANOFIBRAS DE PLATA (< 30NM DE DIÁMETRO Y ≈ 20 μm DE LONGITUD)



Fuente: Nanogap (www.nanogap.es).

(diámetro aprox. inferior a 1/10 la longitud onda de la luz, que está en el intervalo 390-800nm) y aumentar de esa forma su transparencia. Al mismo tiempo, la longitud de las nanofibras ha de ser mayor de $\approx 10\text{-}20\ \mu\text{m}$ para garantizar una buena conexión eléctrica entre las fibras manteniendo una concentración baja de las mismas (para aumentar al máximo la transparencia) en el TCF final. La figura 4 muestra una imagen de nanofibras de plata.

3.2. Medicina

Aunque son muchas –y de gran importancia– las aplicaciones de la nanotecnología a la medicina, nos centraremos solamente en dos de las que consideramos más relevantes.

La primera aplicación está relacionada con la utilización de nanopartículas para hipertermia magnética (MH). Las partículas magnéticas poseen la propiedad de poder ser alteradas remotamente mediante la aplicación de un campo magnético externo. Dependiendo de la aplicación, el campo magnético puede producir diferentes efectos, tales como la separación magnética de células (empleada ya actualmente en numerosos equipos clínicos comerciales), la liberación controlada de medicamentos, MH, etcétera. Una de las técnicas más desarrolladas basadas en la utilización de nanopartículas magnéticas (MNP) es la hipertermia magnética, en la que se induce la generación de calor exponiendo el sistema que contiene las MNP a un campo magnético alterno al objeto de destruir células tumorales, lo que se consigue aumentando la temperatura por encima de 45°C o provocando un calentamiento más suave (entre 40°C y 45°C) con el fin de disminuir la resistencia de dichas células. Para ello, se han desarrollado nanopartículas magnéticas con estructuras cor-corona conteniendo un conjunto predefinido de funcionalidades jerárquicas, de forma que permitan combinar la hipertermia con otras posibles aplicaciones, tales como permitir la observación del propio tejido en el que se encuentran dispersas las MNP mediante imágenes de resonancia magnética (MRI) inducida por el campo magnético creado por las MNP, liberación controlada de medicamentos, o la propia regeneración del tejido que se puede activar por la aplicación del campo magnético.

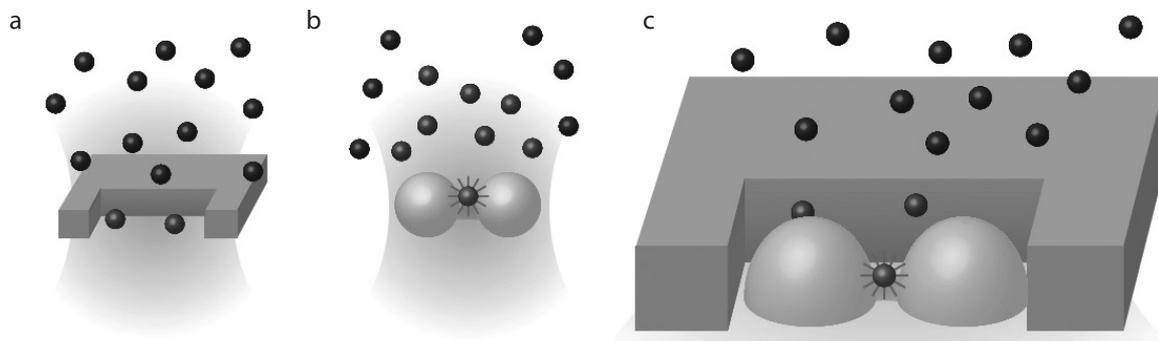
Basados en este tipo de MNP, se han hecho estudios de destrucción de células tumorales mediante la aplicación de calentamientos muy localizados por MH, lo que implica un riesgo mínimo para las células sanas cercanas al tumor. Es de destacar en este sentido que la empresa MagForce AG (Berlín, Alemania) ha desarrollado una terapia clínica totalmente operativa basada en nanopartículas de magnetita recubiertas con amilosa. Junto con el nanoactivador, que produce campos magnéticos a una frecuencia de 100kHz , es capaz de tratar, en principio, tumores de aproximadamente $5\ \text{cm}$, inyectando 3mL del ferrofluido que contiene las MNP al paciente. Actualmente se encuentra en ensayos clínicos en fase II y ha obtenido el permiso europeo para el tratamiento de tumores cerebrales tras demostrar su eficacia al aumentar la esperanza de vida entre seis y trece meses (comparado con el tratamiento combinado de quimio y radioterapia) en pacientes con tumores cerebrales de glioblastoma multiforme.

Al mismo tiempo, recientemente han aparecido ejemplos de la hipertermia combinada con otras aplicaciones siguiendo el esquema de las nanopartículas multi-aplicación representadas en la figura 4. Así, Glat *et al.* (2013) han demostrado el efecto beneficioso del péptido de fibrina enlazado a MNP de óxidos de hierro para reducir la activación de células microgliales en ratones con la mutación rTg4510, que presentan un daño de fibrilación neuronal (relacionado con enfermedades degenerativas tales como Alzheimer, Pick y Parkinson). El tratamiento con las MNP hace disminuir el número de neuronas afectadas por la presencia de ovillos neurofibrilares, con lo que abre grandes expectativas para el tratamiento de estas enfermedades.

La segunda de las aplicaciones está relacionada con lo que se conoce como detección de moléculas individuales (*single-molecule detection*). La detección de una única molécula es el objetivo soñado en análisis químico y adquiere extraordinario interés en el campo de las biociencias, en general, y en el de la secuenciación de ADN, en particular. En general, las técnicas utilizadas se basan en espectroscopía Raman amplificada por superficies (*surface enhanced Raman spectroscopy*, SERS), espectroscopía de correlación de fluorescencia confocal (*confocal fluorescence correlation spectroscopy*, CFS). Para detectar una única molécula, el volumen de observación ha de contener únicamente una única molécula objeto de obser-

FIGURA 5

APROXIMACIONES NANOFOTÓNICAS PARA LA DETECCIÓN INDIVIDUAL DE MOLÉCULAS



Nota: A) Detección en nanoaperturas reduce el volumen de observación de forma que se pueden detectar moléculas individuales (esferas) incluso a concentraciones micromolares. B) Dos nanoesferas forman un espacio-nanoantena con un "punto caliente" en medio. La fluorescencia de moléculas en ese punto se ve amplificada varios órdenes de magnitud. C) El concepto de nano-antena en una caja combina sinérgicamente ambas aproximaciones.

Fuente: Tinnefeld (2013).

vacación. La máxima concentración que se puede detectar por medios ópticos está restringida por el tamaño del volumen de observación, que, a su vez, viene limitada por el límite de difracción de la luz. Esto implica que es imposible realizar una detección de moléculas individuales a concentraciones superiores a subnano-pico molar, ya que el volumen de observación contendría más de una molécula. Por su parte, a concentraciones mucho más pequeñas que pico-molar la detección individual de moléculas llevaría mucho tiempo y sería impracticable.

Esta barrera de concentraciones inferiores a nanomolar ha impedido el uso de estas técnicas para el estudio de interacciones biomoleculares, tales como interacciones proteína-proteína y enzima-sustrato (cuyas constantes de disociación se encuentran en el intervalo micromolar), pues los reactivos han de estar presentes en concentraciones suficientemente altas para obtener una fracción significativa del complejo bimolecular. Por este motivo, se han diseñado diferentes estrategias con el objeto de superar el límite de difracción. Una forma de hacerlo es controlando la naturaleza ondulatoria de la luz mediante, por ejemplo, ópticas de campo cercano (*near-field optics*), como se hace en la microscopía óptica de

barrido de campo cercano (*near-field scanning optical microscopy*, NFSOM). Para ello se han utilizado fundamentalmente dos estrategias basadas en nanoestructuras fotónicas, tal como puede verse en la figura 5.

En la primera (figura 5a), la luz se confina al campo cercano utilizando nanoaperturas (en un film de aluminio u oro sobre un sustrato de sílica) con dimensiones inferiores a la longitud de onda de la luz. Sin embargo, esta técnica presenta un límite al disminuir el tamaño de la nanoapertura, pues se reduce también drásticamente la señal de fluorescencia, debido a la gran disminución de la intensidad de excitación. Además, el film metálico origina normalmente una desactivación (*quenching*) de la fluorescencia. Una aproximación alternativa (figura 5b) es aumentar localmente el campo de excitación usando una nanoantena que convierte la radiación óptica que se propaga libremente en una energía localizada en forma de plasmones superficiales. En el pequeño espacio que separa dos nanopartículas se forma un "punto caliente" (*hot-spot*) donde el campo electromagnético está muy amplificado por la presencia de las dos bandas plasmónicas de las nanopartículas. Esta amplificación del campo electromagnético aumenta mucho al dis-

minuir el tamaño del espacio internanopartícula. Así, reduciendo este espacio es posible alcanzar aumentos de la fluorescencia de más de tres órdenes de magnitud. También se puede aumentar variando la estructura geométrica de las nanopartículas, un aspecto en el que se ha avanzado muchísimo en los últimos años con el desarrollo de técnicas de síntesis de partículas anisotrópicas. Sin embargo, para aplicaciones de detección individual de moléculas esta última aproximación tiene el inconveniente de la gran señal de fondo debida a la fluorescencia de las moléculas que se encuentran lejos del “punto caliente”, pero todavía dentro del área de excitación limitada por la difracción. Wenger y sus colaboradores han mostrado que se pueden combinar estas dos aproximaciones colocando una nanoantena dentro del confinamiento espacial de una nanoapertura (figura 5c)². Con esta “nanoantena en una caja” y utilizando un espacio interpartícula de 12 nm, los autores han sido capaces de lograr una reducción del volumen de observación de casi cuatro órdenes de magnitud inferior a las técnicas limitadas por difracción, aumentando al mismo tiempo en tres órdenes de magnitud la señal de fluorescencia. Utilizando la técnica de correlación de fluorescencia, con este dispositivo los autores fueron capaces de detectar biomoléculas individuales a concentraciones micromolares.

Aunque estos constituyen solamente un par de ejemplos de la aplicación de la nanotecnología en medicina, uno más avanzado en cuanto a su aplicación y otro todavía más incipiente, muestran ya la “punta de un iceberg” de posibilidades que se puede entrever en este campo de tanta importancia para la sociedad.

Tal como apuntábamos al comienzo de esta sección, las aplicaciones seleccionadas –por la brevedad y oportunidad de este espacio– han sido algo arbitrarias y no reflejan la inmensidad de aplicaciones que la nanotecnología está desarrollando. Aplicaciones en los sectores de la energía (con el desarrollo de tecnologías energéticas alternativas mucho más eficientes), medio ambiente (detección eficiente y eliminación de sustancias nocivas), producción industrial (desarrollo de catalizadores mucho más eficientes, incluyendo, entre otros, el cambio de oxidantes tradicionales muy contaminantes por la oxidación nanocatalizada con oxígeno atmosférico) afectarán, sin lugar a dudas, a muchos de los sectores económicos actuales.

² Véase Punj *et al.* (2013).

4. CAMBIOS ECONÓMICOS-EMPRESARIALES ASOCIADOS A LA IMPLANTACIÓN DE LA NANOQUÍMICA

Existe una visión general de que la nanotecnología puede ayudar al crecimiento económico, tanto en las economías emergentes como en las desarrolladas, convirtiéndose así en el avance tecnológico más prometedor de este nuevo siglo y ofreciendo un potencial enorme de aplicaciones (tal como hemos visto en el apartado anterior) y de oportunidades económicas para el desarrollo global. Durante la pasada década y como resultado de la expansión de las aplicaciones comerciales, el campo de la nanotecnología ha madurado suficientemente como para llegar al momento de ser capaz de ayudar a las sociedades a alcanzar el objetivo de mejorar sus eficiencias y acelerar el progreso en un amplio intervalo de sectores económicos, entre los que se incluyen la medicina, la energía y la producción industrial. La *National Science Foundation* de los Estados Unidos estima en aproximadamente dos millones el número de trabajadores que se precisarán en nanotecnología a nivel mundial a finales del presente año. Muchos de estos nuevos puestos de trabajo se ofrecerán en compañías pequeñas y medianas de nueva creación. En este sentido, es interesante remarcar que muchas de las grandes compañías han expandido su *portfolio* tecnológico a la nanotecnología para mantener su competitividad. Ejemplos de ese paso dado por grandes empresas hacia la nanotecnología pueden encontrarse en Agfa-Gevaert, Bayer, BASF, Zeiss, Philips, por citar solo algunas que abarcan campos tan diferentes como la óptica, la electrónica, la química y la farmacéutica. Sin embargo, hay que destacar que estas grandes compañías representan solo una proporción muy pequeña en las listas de todas las empresas con dedicación nanotecnológica (Hullman, 2006).

Con todo, hay que reconocer que la “nano” está todavía en sus primeras etapas de desarrollo y descubrimiento, y aún es muy pronto para estimar o predecir con cierto grado de garantía su impacto económico a corto y medio plazo. Lo que sí parece seguro es que la nanotecnología ayudará al crecimiento económico de nuestras sociedades y que sus efectos se expandirán a través de diferentes industrias y sectores del mercado (lo que, a su vez, hará difícil estimar su verdadero impacto económico). Pero la pregunta

planteada recientemente por Guoqun Jin (2015) acerca de si el impacto económico previsto por la implantación de la nanotecnología se distribuirá homogéneamente entre todos los países, nos debería preocupar. Puede que no compáramos su respuesta negativa a dicha pregunta: “solo aquellos países con economías suficientemente saneadas serán capaces de participar en la revolución nanotecnológica”, con el consiguiente aumento de la separación entre países ricos y pobres, pero habrá que seguir de cerca la evolución durante los próximos años y ver cómo y en qué medida influye la *tecnología nano* en el desarrollo global de nuestras sociedades, y si ello aumenta o reequilibra las grandes desigualdades existentes en estos momentos.

5. NANOQUÍMICA EN ESPAÑA

Al objeto de trascender los pensamientos abstractos sobre estas y otras preguntas similares, se expone a continuación un ejemplo concreto de la creación de una empresa de nanotecnología (Nanogap) en España. La empresa nació como una *spin-off* del Grupo de Investigación en Nanotecnología y Magnetismo (Nanomag) de la Universidad de Santiago de Compostela (USC), perteneciente al Instituto de Investigaciones Tecnológicas, hace ahora algo más de ocho años. La creación de esta empresa responde a la concesión de la patente española “Procedimiento para la obtención de clústeres cuánticos atómicos”³. La tecnología desarrollada en esta patente, que más tarde sería extendida a nivel internacional, fue transferida a la empresa Nanogap para su explotación comercial. Desde ese momento, y gracias a la estrecha colaboración en la investigación y el desarrollo de nuevos productos nanotecnológicos entre el equipo investigador de la empresa y el del Grupo de Investigación de la USC, se desarrolló un sólido paquete de más de diez patentes –todas girando alrededor de la primera patente y a un ritmo de más de una patente anual–, lo que constituye, junto con una fuerte posición de libertad de operación (*freedom to operation*, FTO), uno de los pilares más firmes de esta “nano-empresa”, que, en su pequeñísima andadura, ha recibido el premio europeo 2012 *PwC’s prize*, considerándola una de las más prometedoras compañías jóvenes de Europa, así como otros premios nacionales

³ M.A. López-Quintela y J. Rivas, patente número ES2277531B2, 2005.

(Emprendedor XXI, 2011; ENISA Innovación, etc.). En la actualidad, la empresa cuenta con una plantilla de 20 empleados y, desde 2009, dispone de una filial en San Francisco (Nanogap Inc., USA) que, desde este año, dejará de ser puramente comercial y pasará a ser también de producción, dada la importancia del muy activo mercado americano dentro del mercado global de la empresa, centrada también en el muy dinámico mercado asiático y el más pausado, pero seguro, mercado europeo de la nanotecnología.

Nanogap fabrica a día de hoy distintos nanomateriales entre los que se incluyen: clústeres subnanométricos de diferentes metales, nanopartículas esféricas de entre 5 y 50 nm y nanofibras metálicas de alta relación de aspecto. Estos productos, con un amplio espectro de propiedades y beneficios pueden ser aplicados en campos y mercados tan diversos como: los materiales conductores, donde se utilizan para preparar tintas conductoras para electrónica impresa y filmes conductores transparentes para pantallas táctiles (por ejemplo, tabletas y *smartphones*), materiales fotoluminiscentes con propiedades ópticas únicas que permiten su utilización como huellas dactilares para documentos de seguridad o aplicaciones en el diagnóstico médico, aditivos antimicrobianos destinados a barnices, pinturas y plásticos para obtener superficies con altas prestaciones higiénicas, y propiedades terapéuticas para el tratamiento del cáncer. Este amplio espectro de aplicaciones y oportunidades, combinado con un modelo de negocio flexible, permite materializar oportunidades a corto, medio y largo plazo a través del codesarrollo de productos financiados por los clientes, los cuales derivan en la venta de productos (contratos de suministro) y acuerdos de licencias. La financiación total recibida hasta el momento por Nanogap, entre ampliaciones de capital, subvenciones y préstamos blandos, asciende ya a los 7 millones de euros, y el valor total de la compañía se ha incrementado 50 veces en sus ocho años de existencia.

Cabe destacar que el ejemplo de la creación de la empresa Nanogap es uno de los múltiples que han ocurrido en los últimos años en nuestro país, muy poco acostumbrado a esta formación de empresas no solo de base fundamentalmente tecnológica, sino también de tecnologías punta y pioneras, en muchos casos, a nivel mundial. Según el informe de este año, la red

Nanospain⁴ agrupa a unos 340 grupos de investigación y empresas con aproximadamente 2.500 miembros dedicados a la nanotecnología en sus entidades asociadas, tanto públicas como privadas. Si se tiene en cuenta que en Estados Unidos (según datos recientes del *Project on Emerging Nanotechnologies* [PEN])⁵, el número de grupos y empresas es de 1.200, se aprecia la fuerza de este sector en nuestro país, máxime si se considera que su implantación es de apenas una decena de años en un campo tecnológico puntero de reciente creación. Según resultados provisionales del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, CDTI⁶, las entidades españolas han obtenido subvenciones por valor de 260,7 millones de euros por su participación en las convocatorias del plan Horizonte 2020 (H2020) adjudicadas en 2014, lo que implicará una inversión de cerca de 290 millones de euros para la realización de actividades de I+D+i en nuestro país. España, con el 11,2 por ciento, ocupa la tercera posición por el retorno obtenido, únicamente por detrás de Alemania y Reino Unido (con el 16,2 y 15 por ciento, respectivamente). En conjunto, 2.319 entidades de nuestro país han estado presentes en el 34 por ciento de las propuestas presentadas a las convocatorias de H2020 contabilizadas hasta el momento. De estas entidades, 495 han conseguido financiación para realizar 431 actividades de I+D+i, liderando 178 de ellas, de las que 75 son proyectos (16,9 por ciento del total de los adjudicados). A modo de ejemplo, por lo que respecta al caso de la citada compañía Nanogap, desde su constitución en el año 2006 ha obtenido aproximadamente dos millones de euros en ayudas públicas para la financiación de las inversiones de I+D+i entre programas regionales, nacionales y europeos. Todo ello representa una buena indicación de la calidad de la I+D+i actual en nuestro país.

6. PERSPECTIVAS DE FUTURO

El rápido crecimiento observado en las actividades en nanotecnología en los Estados Unidos, con más de 1.600 productos de consumo introducidos desde su inicio en el año 2005, representa un aumento del 24 por ciento

⁴ Véase <http://nanospain.org/nanospain.php?p=h>

⁵ Véase <http://www.nanotechproject.org>

⁶ Los datos de CDTI pueden consultarse en: <http://www.madrimasd.org/informacionidi/noticias/noticia.asp?id=63115>

respecto del último informe en el año 2010. Ello ilustra –en palabras de David Rejeski, director del PEN– el impacto que ya tiene la significativa y continuada inversión en nanociencia y nanotecnología, tanto desde el sector público como privado, de modo que no existe ningún estado federado estadounidense que carezca de organizaciones involucradas en este campo de vanguardia. De acuerdo con el informe de la compañía Lux Research, el mercado de productos con base nanotecnológica ha aumentado desde 147 mil millones de dólares en 2007 a 3,1 billones de dólares en el presente año y se espera un crecimiento continuado todavía mayor en los próximos años. Dadas estas predicciones, resulta evidente la necesidad de crecer (tanto en el número de grupos de investigación como de empresas dedicadas a la nanotecnología) en los próximos años si no se quiere perder el “tren nanotecnológico”. No se puede, por tanto, bajar la guardia pensando que las condiciones de la nanotecnología en España son suficientemente buenas como para que ya, sin crecer, se pueda garantizar estar a la altura media europea en un futuro próximo. Hay que seguir apostando por un apoyo todavía mucho más decidido en los próximos años, tanto en los procesos de formación de científicos y tecnólogos en el sector, como también en el apoyo financiero a las empresas que empiezan a consolidarse en este campo y a las *starting ups* provenientes de los grupos de investigación. Es en este último aspecto de la financiación –tanto de la investigación como del apoyo a las empresas– donde se puede observar una gran diferencia entre España y los países más desarrollados, pues nuestro porcentaje del PIB dedicado a I+D+i sigue estando a la cola de esos países. Y sin este importantísimo y crucial punto de apoyo, el despegue y sostenimiento de la nanotecnología en España pueden verse seriamente afectados, con lo que se pone en peligro el relativamente buen estado actual en el que nos encontramos. Planes de estudio más ambiciosos que opten claramente por la nanotecnología y la nanociencia; un plan mucho más fuerte de becas en paralelo a esos planes de estudio; una mayor interrelación de las empresas con las universidades y centros de investigación; unos planes muy decididos a promover y aumentar la atracción de buenos investigadores y tecnólogos en “nano” en nuestro país, y una disposición favorable para lograr inversiones más fuertes y a más largo plazo de las entidades financieras (capital-riesgo, etc.) que permitan a las empresas desarrollar todas sus posibilidades

y no se queden en “mínimos” que las hagan a la larga perder sus ventajas competitivas, a favor de otras más tardías que puedan surgir en los países que, por tradición, poseen una gran capacidad de inversión; la promoción de las empresas de base tecnológica entre nuestra sociedad para crear una mayor sensibilidad social de que solo apostando por este camino se podrá crear un empleo y riquezas sostenibles: estos son algunos de los retos que tiene planteada nuestra sociedad en el momento presente. De un planteamiento serio y correcto de estas premisas depende que España pueda estar presente –en la medida que le corresponde– en el grupo de países que lidere la nanotecnología como motor de cambio de nuestra sociedad y no pierda esta gran, y probablemente única, oportunidad.

PUNJ, D. *et al.* (2013), “A plasmonic ‘antenna-in-box’ platform for enhanced single-molecule analysis at micromolar concentrations”, *Nature Nanotechnology*, 8: 512–516.

TINNEFELD, P. (2013), “Single molecule detection: Breaking the concentration barrier”, *Nature Nanotechnology*, 8 (7): 480-482.

TSUZUKI, T. (2009), “Commercial scale production of inorganic nanoparticles”, *International Nanotechnology*, 6: 567-578.

BIBLIOGRAFÍA

CALVO, J.; RIVAS, J. y M.A. LÓPEZ-QUINTELA (2012), “Synthesis of subnanometric nanoparticles”, en BHUSHAN, B. (Ed.), *Encyclopedia of Nanotechnology*, Nueva York, Springer: 2639-2648.

GLAT, M.; SKAAT, H.; MENKES-CASP, N.; MARGEL, S. y E.A. STERN, “Age-dependent effects of microglial inhibition in vivo on Alzheimer’s disease neuropathology using bioactive-conjugated iron oxide nanoparticles”, *Journal of Nanobiotechnology*, 11 (32): 1-12.

GRAAF, M. DE *et al.* (2015), “Transparent conductive films of metal grids made via coaxial electrospinning”, *Printed Electronics Europe*, 29 de abril, Berlín. (<http://www.idtechex.com/events/presentations/transparent-conductive-films-of-metal-grids-made-via-coaxial-electrospinning-006047.asp>).

GRIFFITHS, S. (2014), “Nanotechnology in the food industry”, *Food Science and Technology*, 1 de diciembre (<http://www.fstjournal.org/features/28-4/nanotechnology>).

HULLMANN, A. (2006), *The Economic Development of Nanotechnology-An indicators based analysis*, Comisión Europea (<http://cordis.europa.eu/nanotechnology>).

JIN, G. (2015), “How does nanotechnology impact our economies?” (<https://imeclifesciences.wordpress.com/2015/03/14/how-does-nanotechnology-impact-our-economies/>).

Colaboración público-privada en innovación tecnológica

JOSÉ MARÍA LEAL VILLALBA*

RESUMEN

En este artículo se aborda la financiación de la investigación en España y se analiza su incidencia directa en la inversión en I+D+i comparada, en términos de PIB, con la inversión en los países de la Unión Europea. Se destaca el papel de la innovación y el conocimiento como palancas para la generación de empleo tecnológico altamente cualificado. También se resalta la contribución de la innovación empresarial en dos áreas estratégicas de gran importancia económica, la automoción y la alimentación, poniendo dos empresas familiares de referencia como ejemplos de éxito y colaboración público-privada basados en la innovación empresarial.

ideas capaces de abrir nuevas oportunidades. Esta vía debería proponerse también integrar a los jóvenes en el mercado de trabajo, muchos de los cuales se han visto obligados durante los últimos años de la larga crisis a optar entre aceptar un empleo precario, emigrar a otros países o, directamente, engrosar las listas del paro (Serrano y Soler, 2015). En este diagnóstico coincide la Comisión Europea en su *"Informe sobre España 2015"* (Comisión Europea, 2015).

1. INNOVACIÓN Y MERCADO DE TRABAJO

"Menos cemento y más conocimiento," este es el mensaje transmitido en marzo de 2015 ante diputados y senadores europeos por Corina Crețu, comisaria de Política Regional de la Unión Europea, en relación con los fondos regionales comunitarios recibidos por España desde 1986, fondos que permitieron acometer la cuarta parte de la inversión pública realizada desde aquella fecha. La comisaria proponía abandonar el modelo de crecimiento basado en la construcción y orientar las inversiones hacia un modelo más sólido, fundado en el conocimiento y en I+D+i como pilares para un desarrollo sostenible; un modelo que permita una economía inteligente, apostando por nuevas

1.1. La financiación de la investigación

Casi simultáneamente, la Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE), al analizar los Presupuestos Generales del Estado 2015, expresaba su decepción por la falta de apuesta que, a su juicio, refleja la reducida cuantía destinada a I+D+i, resaltando la disminución en 2.200 millones de euros percibidos por los organismos públicos de investigación entre 2009 y 2014. Cosce señalaba también la reducción en subvenciones a la investigación, especialmente las destinadas a investigación, desarrollo tecnológico industrial y fomento de la investigación científica y técnica, y el aumento en los préstamos, estos últimos de difícil acceso a universidades y centros públicos (Molero y de Nó, 2015). Semejante reducción ha supuesto un descenso en el número de proyectos de investigación de los grupos universitarios, menor dotación en los proyectos concedidos y una disminución en el número de investigadores activos.

El debate en torno a la inversión en investigación se ha acentuado con el final del programa científico Consolider, creado en el marco

* Universidad de Burgos (jmleal@ubues).

del VI Plan Nacional de Investigación Científica. Concebido en sus orígenes como una línea estratégica de investigación, esta iniciativa comenzó en 2006 en el ámbito del programa Ingenio 2010, creado a su vez para apoyar proyectos de investigación de excelencia en respuesta a la Estrategia de Lisboa aprobada por el Consejo Europeo en 2005. Mediante una financiación de proyectos de investigación generosa en tiempo (5 años) y cuantía (80.000 euros de media), el objetivo de Consolidar era fortalecer lazos de cooperación entre grupos de investigación con líneas afines, creando una red nacional que ha conseguido agrupar a 7.500 investigadores. Con este conjunto de medidas, la apuesta trazada era converger con la media de los países europeos en inversión en I+D+i sobre PIB anual. Sin embargo, tras la última convocatoria formal, la del año 2010, solamente algunas acciones puntuales de Consolidar continúan en vigor. Para converger con el 2 por ciento, sería muy deseable que, bajo la fórmula Consolidar u otra similar a nivel nacional, como el programa interdisciplinar Synergy Grants, se continúe la creación de redes en la frontera del conocimiento. Gestionado por el ERC (European Research Council), el programa Synergy fomenta la cooperación entre grupos interdisciplinarios de investigación con dotación para proyectos por periodos largos, entre cinco y seis años.

1.2. La inversión en I+D+i

Inciendo sobre este asunto, el reciente informe comparativo publicado por EAE Business School concluye que, mientras que la inversión en I+D+i en España entre los años 2002 y 2008 creció desde el 0,96 hasta el 1,32 por ciento sobre el PIB anual, de nuevo se redujo hasta el 1,24 por ciento en 2014, muy por debajo del 3,3 por ciento de Finlandia, el 3,2 por ciento de Suecia, el 3,0 por ciento de Dinamarca, el 2,9 por ciento de Alemania o el 2,02 por ciento de media en la Unión Europea (EAE, 2015). De esa cifra, el 53 por ciento corresponde a inversión empresarial, y el resto, a inversión pública (centros de investigación y administraciones). Además, EAE señala que el 85 por ciento de la inversión total en I+D+i se concentra en cinco comunidades autónomas solamente: País Vasco, Navarra, Madrid, Cataluña y Andalucía. La inversión realizada por las empresas ha sido clave para generar valor añadido a sus

productos mediante la innovación y poder operar ventajosamente en unos mercados tan competitivos.

También el número de personas dedicadas a investigación se ha reducido en un 2,8 por ciento, cifra sobre la que las universidades han puesto énfasis, resaltando la Ley 22/2013 que limita la tasa de reposición de profesorado universitario. Esta medida ha obligado en la práctica a la congelación de personal docente, lo que ha envejecido las plantillas y reducido el tamaño de los grupos de investigación. Esa cifra se eleva hasta el 6 por ciento menos de personal si se refiere a tareas en I+D (CRUE, 2015). En el reciente informe de la CRUE, se refleja una reducción del 38 por ciento de la entrada de fondos públicos para el conjunto de las universidades, entre los años 2010-2013, dedicados a la financiación de proyectos de investigación, mientras que en 2013 la inversión directa para proyectos experimentó un descenso de más del 50 por ciento, superando escasamente la cifra global los 400 millones de euros para este fin. A este descenso se une la reducción experimentada en las fuentes de financiación procedentes de las comunidades autónomas. También se ha resentido la transferencia de conocimiento de la universidad a la empresa, lo que se ha traducido en un menor número de proyectos realizados mediante convenios universidad/empresa, y también un menor número de patentes presentadas. Merece atención la disminución en los últimos años de la dotación para becas de investigación destinadas a jóvenes recién titulados universitarios que desean iniciar una carrera investigadora mediante el Plan FPU (Ministerio de Educación) y el Plan FPI (Ministerio de Economía y Competitividad), el tradicional vivero de jóvenes investigadores y de profesorado universitario. Estas últimas partidas, en concreto, han experimentado una esperanzadora subida en los presupuestos de 2015.

Los resultados de la investigación científica siempre son un efecto diferido sobre la inversión realizada en años anteriores. Como fiel reflejo de la tendencia creciente en la inversión en I+D+i que se realizó hasta 2008, el incremento en el número de artículos científicos publicados por los distintos grupos de universidades y centros de investigación en revistas científicas indexadas durante el período 2002 a 2012 fue espectacular, permitiendo a España elevar su cuota desde el 2,2 por ciento hasta el 3,1 por ciento y mejorar su

CUADRO 1

ORDENACIÓN DE PAÍSES SEGÚN NÚMERO DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS PUBLICADOS EN REVISTAS DE ALTO ÍNDICE DE IMPACTO Y SEGÚN NÚMERO DE PATENTES REGISTRADAS (2012)

	<i>Artículos científicos</i>	<i>Patentes registradas</i>
1	Estados Unidos	Estados Unidos
2	Alemania	Japón
3	China	Corea del Sur
4	Japón	Alemania
5	Reino Unido	Taiwan
6	Francia	Canadá
7	Canadá	Francia
8	Corea del Sur	Reino Unido
9	Italia	China
10	España	Italia
11	Suiza	Australia
12	Australia	Israel
13	Holanda	Holanda
14	India	Suiza
15	Taiwan	Suecia
16	Israel	India
17	Singapur	Finlandia
18	Suecia	Bélgica
19	Bélgica	Austria
20	Dinamarca	Dinamarca

Fuente: Digital Science.

posición hasta el puesto número diez del mundo en esta escala (cuadro 1); y ello a pesar de que, de entre los grandes países de la UE, es el que menos invierte en I+D+i. Puesto que los artículos científicos se publican con retardo sobre los proyectos de investigación, esta décima posición mundial, resultado de las inversiones del periodo 2000-2008, con toda probabilidad se verá afectada en la próxima evaluación. Por lo tanto, las inversiones en investigación no deben relajarse, pues sus efectos son siempre a largo plazo; mantener la posición alcanzada requiere continuidad en las actuaciones y una inversión sostenida en el tiempo (*Nature*, 2009).

Resulta necesario plantear los programas de inversión en I+D+i como asunto de Estado, una “marca España” que exhibir y que no dependa de ciclos políticos; una inversión que fomente la formación de técnicos y profesionales altamente cualificados y la creación de empleo permanente y de futuro basado en la innovación, promoviendo la obtención de fondos mediante iniciativas públicas, privadas o público-privadas, como ocurre en otros países que, aun contando con recursos naturales limitados, se encuentran a la cabeza en innovación empresarial. En este escenario, la menor caída en inversión en I+D+i observada en 2014, junto con el aumento experimentado por la financiación de fondos europeos, ofrecen datos alentadores que invitan a un cierto optimismo sobre una reversión en la tendencia negativa de los últimos años.

Completar el desarrollo de la Ley de la Ciencia es tarea que se antoja necesaria. Especialmente necesario es superar la asignatura, pendiente aún de concretar, de la Agencia de la Investigación, órgano que podría ser una buena herramienta para dar continuidad a la estrategia a emprender, un órgano independiente de ciclos políticos que acometa una revisión periódica de las acciones en función de las sucesivas evaluaciones, demostrando con hechos que la investigación y la innovación son esenciales para nuestro futuro. Una combinación inteligente de la investigación con la innovación y el desarrollo es un instrumento vital para que las empresas aumenten el valor añadido de sus productos y generen ventajas competitivas, un tren que no se debe perder para el desarrollo de cualquier país.

En este sentido, los planes *Industrie 4.0* en Alemania, *Catapult Program: High Value Manufacturing* en Inglaterra o *Nouvelle France Industrielle*, en Francia, creados para potenciar la colaboración público-privada en el sector de la automoción, pueden ser una valiosa referencia (Sernauto, 2015). Afortunadamente, disponemos en España de iniciativas empresariales motivadoras en este sector que demuestran la posibilidad de alcanzar las metas más ambiciosas en el terreno de la innovación mediante la colaboración público-privada. A modo de ejemplo, se exponen a continuación dos casos paradigmáticos de éxito en innovación, de muy diferente naturaleza, que han servido para innovar, crear conocimiento y generar empleo tecnológico.

2. DE TALLER DE REPARACIÓN A GIGANTE MULTINACIONAL: GRUPO ANTOLÍN

El 25 de octubre de 2013 José Antolín Toledano, Presidente de Grupo Antolín, fue investido Doctor Honoris Causa por la Universidad de Burgos. El Consejo de Gobierno de la institución universitaria motivó la concesión del doctorado "en virtud de su decisiva contribución a la innovación tecnológica, al desarrollo económico y a la internacionalización empresarial" y valoró los méritos investigadores, empresariales y humanos de este empresario, que en su juventud no pudo alcanzar estudios universitarios ni tampoco estudios técnicos.

2.1. Los orígenes

Nacido en 1936 en el pueblo palentino de Quintana del Puente, su familia se trasladó a Burgos y, a la temprana edad de 14 años, comenzó a trabajar junto a su hermano Avelino en el taller familiar de reparación de frenos, motores y chasis de automóviles. Eran los años cincuenta, cuando España comenzaba a dinamizar su desarrollo indus-

trial con la introducción de los primeros automóviles, entre ellos el mítico Seat 600, protagonista destacado de la evolución social del momento y sueño inalcanzable entonces para la mayoría.

El estereotipo de la época era una sociedad que aspiraba a mejorar su nivel de vida bajo el impulso de una automoción incipiente. La imagen de coches averiados en las carreteras con un palier fracturado o una rótula de dirección desgastada, avería mecánica muy frecuente entonces, era recurrente en aquellos años. En este contexto, los hermanos Antolín, sin estudios técnicos pero con imaginación, sentido común y capacidad de innovación, fabricaron en su taller un nuevo tipo de rótula de dirección, de metal y caucho, con dos arandelas-muelle que permitían ajustar mejor el desgaste de los elementos deslizantes y mantener una presión constante para evitar holguras, resultando una rótula más segura y de más larga vida. Además, estas piezas eran de bajo coste y válidas para todo tipo de vehículos, también para los industriales. El éxito entre las grandes marcas fue fulminante y los pedidos se sucedieron sin cesar en un parque automovilístico que crecía rápidamente. Los hermanos Antolín patentaron su invención y crearon en 1959 una empresa, ANSA, dedicada exclusivamente a fabricar rótulas de dirección y suspensión de automóviles (figura 1).

FIGURA 1

TALLER ORIGINAL DE RÓTULAS DE DIRECCIÓN (1962)



Fuente: Archivo Grupo Antolín.

2.2. La expansión

En 1967, ampliaron el campo de juego y crearon *Talleres ARA S.L.*, empresa dedicada a fabricar los primeros elementos interiores de coches, cerraduras, elevalunas y revestimientos. El prestigio adquirido con las rótulas de dirección facilitó las licencias alemanas, y, en 1968, acordaron con la empresa alemana Lemförder crear en Burgos ANSA-Lemförder S.A., empresa especializada en elementos de dirección y de suspensión de vehículos. Lo excepcional de este acuerdo fue la participación mayoritaria de Antolín, ya que la empresa alemana siempre había dispuesto de participación mayoritaria sobre las fábricas creadas conjuntamente con empresas de otros países.

Otra decisión de enorme importancia que les abrió un mercado nuevo, diversificando su actividad, fue la creación en 1978 de *ARA Guarnechidos S.A.*, empresa dedicada a fabricar guarnechidos de coches, paneles de puerta y revestimiento de techos, mediante resinas, fibras y poliuretano.

2.3. La internacionalización

Entre finales de los ochenta y comienzos de los noventa se produjo el segundo hecho crucial. Los grandes constructores europeos de automóviles desplazaron a sus países de origen la capacidad de decisión de compra (a empresas auxiliares de suministros) de que antes disfrutaban sus plantas de producción en España. Eso interrumpió la comunicación directa habida hasta entonces, poniendo en grave riesgo la eficaz interlocución comercial que tan bien había funcionado. La respuesta no se hizo esperar y los hermanos Antolín se desprendieron de ANSA-Lemförder y del negocio de rótulas, concentrándose en la producción de componentes de interiores de automóviles. La medida más audaz consistió en crear oficinas comerciales y plantas de producción próximas a los centros de decisión de los principales productores europeos, en Reino Unido, Francia y Alemania. Es decir, afrontaron el reto de internacionalizar la industria auxiliar del automóvil y empezaron a levantar plantas de sus productos cerca de las fábricas de coches, participando activamente con el fabricante desde el diseño hasta la ejecución final de cada vehículo.

2.4. El entorno de negocio

Los componentes de automoción constituyen un sector económico clave en la industria de automoción, pues aportan aproximadamente tres cuartas partes del valor final del vehículo. Lograr el hábito de innovación permanente para poder crecer y competir en un mercado global requiere disponer de una base tecnológica potente. Se estima que la inversión en tecnología y en I+D+i en este sector debe alcanzar en 2020 el 4 por ciento de la facturación (Sernauto, 2014) y debe ser sostenida en el tiempo, ya que los ciclos de desarrollo de los componentes duran unos cinco años, dada la rapidez con que los modelos se renuevan. Especialmente oportuna resulta esta estimación para España, donde las empresas deben lograr una mayor eficiencia para poder conseguir un elevado valor añadido mediante la transición desde la investigación a la innovación tecnológica y creación de conocimiento, única fórmula viable para poder competir con éxito frente a los menores costes laborales de los países emergentes. Esta eficiencia en los recursos pasa también por la simulación de modelos para lograr una reducción de piezas defectuosas y menores costes de producción y de impacto medioambiental.

2.5. Los materiales y su transformación

Sin tecnología propia e investigación permanente sobre la naturaleza, propiedades y aplicaciones de posibles materiales utilizables en los diferentes componentes de automoción, difícilmente se podría explicar el éxito del grupo empresarial. La innovación se centra en los recubrimientos de techos, que deben ser modulares e iluminados; en las puertas, que soportan dispositivos eléctricos, electrónicos y acústicos; y en los asientos, que deben ser ligeros, articulados, plegables y desmontables y mantener sus funcionalidades. El resultado deseado se resume en lograr automóviles más baratos, de menor peso y, al mismo tiempo, más seguros y sostenibles medioambientalmente, es decir, que consumen menos combustible, utilizan materiales reciclables y emiten menos CO₂.

La innovación se basa en anticipar las tendencias del mercado mediante un estudio

estratégico previo, conocer de primera mano la opinión del usuario para definir el producto a elaborar y materializar las ideas identificadas mediante la innovación tecnológica. Con este fin, el Grupo ha implementado una amplia variedad de tecnologías punteras para la transformación de los materiales, que se aplican en función de los requerimientos del cliente, aportando soluciones para lograr reducción de peso y de coste, mayor seguridad, mejora acústica y aspecto estético. Fruto de esta innovación son 1600 patentes registradas para proteger la propiedad de cerca de 500 soluciones técnicas lanzadas al mercado.

Estos avances exigen innovar sobre nuevos materiales para poder afrontar nuevos retos, ser competitivos frente a otros suministradores y satisfacer un valioso intangible demandado por el cliente: la calidad percibida. En resumen, el producto final debe ofrecer calidad y transmitir la sensación de un interior de automóvil inteligente, agradable, silencioso y bien iluminado. Para dar respuesta a estos objetivos, Antolín creó una célula clave, Grupo Antolín Ingeniería, con sede en Burgos y 24 centros de diseño y simulación distribuidos por todo el mundo. Se ha concebido como centro inteligente donde investigar sobre nuevos materiales, dando respuesta a las necesidades de innovación que demandan, cada vez de modo más exigente, tanto fabricantes como usuarios. Con este fin, el Grupo ha desarrollado su propia línea de investigación, con innovación pionera sobre materiales clave y su transformación, tales como espumas, plásticos, aleaciones ligeras, materiales compuestos, nanofibras de carbono y grafeno. Conscientes de que el retorno de la innovación es a largo plazo, la importante inversión en I+D+i ha sido sostenida a lo largo de los años, alcanzando en 2014 el 3,14 por ciento sobre el total facturado. Esta inversión ha evolucionado paralela a la contratación de empleados altamente cualificados en actividades de I+D+i, el denominado empleo tecnológico, que en 2014 alcanzó la cifra de 874 ingenieros, de ellos 560 en España.

Espumas semirrígidas de poliuretano con fibras de vidrio (*glasutec*) constituyen los materiales utilizados para fabricar guarnecidos de techos. También se emplean espumas verdes que incorporan un poliol natural, NOP, como componente mayoritario; es este un material sostenible y respetuoso con el medio ambiente, pues se obtiene de semillas de ricino como fuente renovable y no compite con la alimentación

humana. Estos materiales elásticos, de bajo peso, reducido olor y emisiones, tienen buena absorción acústica y minimizan el impacto ambiental. Otro material de revestimiento desarrollado es el *swan*, un tejido de altas prestaciones técnicas, único en el mercado, que permite generar superficies bicolors.

Acero y aluminio son metales tradicionalmente utilizados en gran parte del automóvil: chasis, carrocería, motor, etc. Tienen la desventaja de su mayor peso, lo que acarrea mayor consumo de energía. El magnesio, en cambio, es un metal mucho más ligero y abunda en la naturaleza en forma de sales y de diferentes minerales. En aleación con otros metales, el magnesio se emplea para fabricar piezas complejas de una sola vez, sin soldadura, con la ventaja de aportar una notable reducción de peso y, al tiempo, ofrecer el comportamiento mecánico deseado, menor consumo de combustible y menores emisiones de CO₂. Debido a su elevada conductividad térmica, disipa bien el calor, ofrece mayor resistencia al choque y una buena capacidad de absorción de ruido y vibraciones (DU, 2010). Además, las aleaciones son reciclables, por lo que obtener material ligero nuevo a partir de materiales reciclados requiere menor consumo de energía que a partir de sales de magnesio. Se emplea para llantas, estructuras de asientos, consolas centrales, estructuras de salpicaderos y elevelunas. Estas aplicaciones son importantes no solo para la fabricación de piezas, sino también porque permiten optimizar formas y geometrías complicadas mediante modelado computacional, con el resultado de aprovechar el potencial de reducción de peso para adaptarse a las exigentes normativas medioambientales sobre emisión de contaminantes. Desde el año 2005, Grupo Antolín dispone en Burgos de una planta de inyección de aleaciones de magnesio a alta presión mediante un sistema de inyección automatizado que garantiza ciclos de producción cortos. En esta línea, coordinó el programa Magno sobre "Nuevas oportunidades tecnológicas del Magnesio", financiado por el CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial) con 30 millones de euros para 14 empresas y 17 centros tecnológicos durante el período 2008-2011.

Fruto de la investigación, el Grupo se ha adentrado más recientemente en el mundo de los nanomateriales mediante la aplicación de nanofibras de carbono para obtener ventajas tecnológicas con materiales avanzados (Gómez de Salazar,

2007). Las nanofibras de carbono, debido a su muy ordenada estructura grafitica y a la posibilidad de variarla, a su tamaño nano y a su pequeño diámetro, ofrecen amplias posibilidades como refuerzo en materiales compuestos, sobre todo, en materiales aislantes de matriz polimérica (Covarrubias, 2013). Mediante esta técnica, los composites resultantes adquieren propiedades anticorrosivas y lubricantes, otorgándole las nanofibras de carbono una notable conductividad térmica y eléctrica, incluso con baja concentración de nanofibras. Estas propiedades convierten a las nanofibras en materiales muy adecuados para componentes de automoción, con buenas propiedades mecánicas de tracción y flexión. Grupo Antolín dispone de una planta propia que investiga y produce a nivel industrial sus propias nanofibras de carbono (GANF) mediante pirólisis de hidrocarburos gaseosos a 1100°C catalizada por metales (Merino, 2005). Las nanofibras también se aplican en sistemas de almacenamiento de energía en baterías de litio y en el pintado de paneles de coches por método electrostático.

Otro producto de importancia estratégica es el grafeno, el material más resistente conocido. Su descubrimiento por André Geim y Konstantin Novoslov en el año 2004, de la Universidad de Manchester, les hizo merecedores del premio Nobel de Física de 2010 (MIT, 2010). Grupo Antolín ha desarrollado un novedoso método químico para obtener, a partir de nanofibras de carbono, óxido de grafeno de alta calidad con aplicaciones innovadoras. Resistente químicamente, el grafeno es el material más fino y, al tiempo, más robusto que se conoce. Es buen conductor de la electricidad y extraordinariamente ligero, lo que permite diversificar la actividad industrial desde recubrimientos en automoción hacia otros sectores de gran valor añadido, como las industrias aeronáutica, electrónica o eólica, con potenciales aplicaciones para fabricar pantallas electrónicas, baterías ligeras, tecnologías médicas, microprocesadores o teléfonos móviles flexibles. El Grupo lideró en 2012 el proyecto Innpacto: Dinnamic financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad. Asimismo, la Unión Europea creó en 2013 el proyecto "Graphene Flagship" en el ámbito del programa Horizonte 2020, una iniciativa europea de investigación de diez años de duración, dotada con 1.000 millones de euros, en la que participan cien equipos de investigación de 23 países. En este proyecto, Grupo Antolín es proveedor único de óxido de grafeno.

El desarrollo de estas tecnologías ha sido posible gracias a la colaboración público-privada con diferentes centros, universidades y empresas, elegidos en virtud de su conocimiento en una materia concreta, centrada siempre en tecnologías muy específicas y sustanciando el proyecto como subcontratación o como socio consorciado. El grupo ha mantenido colaboraciones con diferentes universidades españolas y extranjeras de forma puntual o continua en función del conocimiento a transferir o de necesidades concretas. La colaboración con organismos nacionales y autonómicos promotores de innovación, como el CDTI, el Ministerio de Ciencia e Innovación o la Consejería de Economía y Empleo de Castilla y León ha sido clave para la sostenibilidad de este modelo de investigación participativo cuyos frutos son indiscutibles. Además, el grupo ha mantenido una colaboración estable con la Universidad de Burgos desde el curso académico 1988-1989, implantando un máster universitario sobre componentes de automoción (año 2006), facilitando, estancias de prácticas para estudiantes de los últimos cursos (muchos de los cuales encontraron posterior continuidad laboral en el Grupo) y siendo cantera de ingenieros para su incorporación a la empresa. Con el tiempo, este modelo de incorporación de estudiantes se ha ampliado a otras universidades nacionales e internacionales.

2.6. La iluminación interior: CML Innovative Technologies

Grupo Antolín se ha convertido en el primer suministrador de sustratos de techos del mundo y ocupa una posición de privilegio como proveedor de sistemas de interior para las mejores marcas de automóviles. La cuarta función incorporada, la iluminación interior, ha sido posible gracias a la adquisición de la empresa CML Innovative Technologies, firma francesa experta en iluminación. Mención especial merecen también la innovación y el desarrollo en este capítulo, un reto tecnológico que ha culminado con la introducción del techo con luz integrada en tejido *swan*. Hoy la iluminación LED ya se integra de forma masiva en el interior del automóvil en sustitución de las tradicionales bombillas incandescentes. De mayor eficiencia energética y lumínica, a su reducido tamaño,

menor coste y gran capacidad de integración en tejidos y molduras, la iluminación LED suma las ventajas de proporcionar un amplio abanico cromático, mayor homogeneidad de fabricación y adaptación a todo tipo de guías. Superar el reto innovador de reducir al mínimo el espesor de los recubrimientos de techo o panel de puerta es viable mediante este tipo de iluminación. Además, su integración en plásticos o en materiales flexibles simplifica mucho los procesos de montaje y reduce costes.

2.7. El panel de instrumentos: adquisición de Magna Interiors

En fechas muy recientes, se ha publicado el acuerdo de adquisición por Grupo Antolín de la sección de interiores de Magna Interiors, empresa canadiense proveedora global de automoción. Se incorpora así estratégicamente la función paneles de instrumentos de un proveedor reconocido, función de la que el Grupo carecía hasta este momento y que triplica en valor el tamaño del mercado de paneles de puertas. Este acuerdo permite al Grupo adquirir mayor tamaño, un factor crucial, y abrirse a un mercado geográfico complementario y con mayor diversificación territorial y comercial. Aunque el panel de instrumentos representa solamente el 11 por ciento del valor del automóvil, es un producto muy complejo, pues contiene más de cien piezas y tecnologías asociadas diferentes e incluye numerosas capacidades: inyección, electrónica, salidas de aire, controles y cuadros de mando. Dada la complejidad de su desarrollo, la presión competitiva es menor, pero, aun así, reducir su complejidad supone un reto tecnológico de envergadura, en la medida en que las capacidades tecnológicas son en su mayoría diferentes a las de techos, puertas y asientos. El panel consta de una estructura interior, generalmente metálica, que debe ser rígida y resistente a la fatiga y a la corrosión. Al mismo tiempo, debe ser capaz de absorber la energía de choque, por lo que la innovación sobre el uso de acero estampado, aluminio inyectado y magnesio vuelve a jugar un papel importante, siendo en este caso la unión de las diferentes funciones susceptible de soldadura e insertos. Consta también de una superficie exterior, donde el diseño y la estética son determinantes. Los estándares exigidos de calidad percibida son máximos, pues este elemento juega un papel clave sobre la decisión del usu-

rio y ofrece, por lo tanto, un amplio campo para implementar la innovación.

Desde sus orígenes como un modesto taller hasta la actualidad, Grupo Antolín se ha transformado en un gigante industrial con una plantilla de 15.500 empleados que opera en 125 plantas de producción distribuidas en 25 países de cuatro continentes y genera un negocio de 2.250 millones de euros. Como se ha subrayado en anteriores páginas, su éxito se ha basado en una permanente capacidad de innovación como criterio para anticipar soluciones competitivas sobre la transformación de los materiales y los procesos de diseño. La evolución de la plantilla pone de manifiesto el aumento sostenido en la creación de empleo precisamente en los años de la crisis, en los que las ventas de automóviles sufrieron un descenso considerable. Con la última adquisición de Magna Interiors se duplicarán aproximadamente todos los parámetros fundamentales: la plantilla alcanzará la cifra de unos 27.000 empleados distribuidos en 161 plantas de producción establecidas en 27 países diferentes, ocupando de esta forma la tercera posición mundial como proveedor global de interiores de automóviles, con un negocio que rondará los 4.100 millones de euros. Aunque convertida en multinacional, Grupo Antolín continúa siendo hoy una empresa familiar que ha sabido gestionar el relevo natural dando paso a la tercera generación.

3. LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS, UNA FUENTE DE INNOVACIÓN

La conservación de los alimentos ha sido a lo largo de los siglos una preocupación constante para todos los pueblos. En particular, lo ha sido en los grandes eventos con desplazamientos masivos de población, como fueron las grandes navegaciones, los períodos prolongados de guerra o el crecimiento en grandes ciudades tras la revolución industrial del siglo XIX. Estos hitos plantearon en toda su crudeza la necesidad de conservar alimentos durante un tiempo prolongado para evitar errar permanentemente de unos lugares a otros en busca de alimentos, aún sin contar con técnicas de refrigeración ni disponer de conocimientos científicos ni de referencias solventes. Pero han sido precisamente estos

períodos singulares de la historia los que más han contribuido a desarrollar y perfeccionar las técnicas de conservación.

3.1. Evolución histórica

El inicio de las grandes navegaciones a ultramar tuvo lugar a finales del siglo XV, impulsadas por los avances en cartografía y en astronomía, por el dominio en el uso de la brújula y el astrolabio y por los notables progresos en la construcción de navíos más potentes y seguros. En las navegaciones de los descubrimientos, las dietas seguidas por los marinos estaban condicionadas por la capacidad de conservar los alimentos en las bodegas, hasta el punto de que, en la práctica, numerosas travesías fracasaron por la falta de alimentos en buen estado y suficiente agua fresca. Los víveres cargados en las bodegas incluían una buena proporción de frutos secos, productos salados, tocino, pescados y carnes siempre secas y saladas, al objeto de alargar al máximo su duración. Así, por ejemplo, los bizcochos de harina y trigo debían ser cocidos dos o más veces para conseguir sequedad y dureza y alargar su vida útil; con todo, con mucha frecuencia terminaban agusanados por la humedad y el calor de las bodegas (Martínez-Hidalgo, 1969). Todavía no se comprendía bien por qué ahumar, congelar o desecar alimentos frenaba o impedía su deterioro. Mención aparte merece el agua, que, almacenada en barriles, terminaba rápidamente en muy malas condiciones por la formación de sulfuros, provocando la aparición de ulceraciones. Por esta razón, el vino resultaba un producto esencial, no solo como bebida, sino también por su acción como antiséptico y por soportar bien las largas travesías, provocando al mismo tiempo en los marinos un efecto euforizante muy necesario ante la incertidumbre sobre la duración de las travesías. También el vinagre era un producto indispensable, pues era utilizado para conservar y condimentar alimentos y para sanar heridas.

Los períodos de guerra siempre han entrado en grave conflicto con la alimentación. Nicolás Appert publicó en 1810 *El arte de conservar durante varios años todas las sustancias animales y vegetales*, considerado como uno de los primeros tratados sobre técnicas de conservación de alimentos (Collard, 1985). Este francés, nacido a mediados del siglo XVIII, desarrolló un

método de conservación de alimentos basado en el calor. En aquella época, los conocimientos científicos eran puramente empíricos. La etapa de la alquimia había sido superada solo muy recientemente, cuando Lavoisier demostró que el aire (flogisto) era en realidad una mezcla de nitrógeno y oxígeno, y la química comenzaba a consolidarse como una ciencia estructurada y sistematizada. La técnica de Appert se basaba en la “prueba y ensayo”, y representó un buen ejemplo de innovación, preludio del conocimiento. Su método consistía en envasar los alimentos en vasijas de vidrio esterilizadas, cerradas herméticamente y calentadas al baño María durante horas. Los exámenes demostraron que esos alimentos se mantenían en buen estado incluso durante varios años, ganando Appert de esta forma la recompensa convocada por el Directorio de Napoleón para aprovisionar a sus tropas. Como el tiempo necesario para la esterilización era demasiado largo, para acortarlo se utilizaron autoclaves que alcanzaban temperaturas por encima de 100°C mediante vapor de agua a presión elevada. Posteriormente, esta técnica, conocida como *appertización*, fue perfeccionada en Inglaterra, sustituyendo las vasijas de vidrio por otras de hojalata. Este fue el origen de la lata de conservas, lo que permitió extender a comienzos del siglo XIX la comercialización de conservas de carne, caldos y verduras a escala industrial. Ya a mediados de ese siglo, el proceso fue interpretado científicamente por Louis Pasteur, una vez descubierta la acción de los microbios sobre la descomposición de los alimentos. Fue este químico francés quien perfeccionó la técnica en lo que hoy se conoce cómo método de *pasteurización*.

El siglo XIX fue escenario de numerosos conflictos armados, entre ellos, la guerra entre Francia y Prusia. La derrota francesa fue atribuida a una mala alimentación de las tropas, y el conflicto incentivó la innovación sobre la conservación de alimentos. La segunda revolución industrial a mediados del siglo supuso una profunda transformación social, acompañada de un rápido crecimiento de la población, lo que promovió la aparición de las grandes firmas en el sector de la conservación de alimentos. La guerra civil de secesión norteamericana acabó por dar el impulso definitivo a la industria conservera. Knorr, Nestlé, Lemco, Oetker y Maggi, entre otras empresas, estaban interesadas en proporcionar alimentos baratos y duraderos para los grandes núcleos de población y comercializaron diversos tipos de productos alimenticios envasados.

3.2. La irradiación de alimentos

La irradiación es una tecnología potente y eficaz para conservar alimentos, frenar su deterioro y evitar infecciones causadas por microorganismos. Su objetivo es combatir las bacterias patógenas responsables de su descomposición y de la transmisión de enfermedades por vía alimentaria, dos factores con enormes costes en pérdida de alimentos, en bajas laborales y en atención médica, incluso en países que cuentan con métodos modernos de procesado y de distribución. Al mismo tiempo, consigue frenar la maduración de frutas y hortalizas, pues controla los efectos biológicos vinculados a su germinación y envejecimiento. Este método permite asegurar la calidad higiénica de alimentos de origen animal, sólidos y semisólidos, sin dejar residuos. Así, la vida útil de frutas y verduras puede alargarse combinando la irradiación con la refrigeración sin alterar ni el sabor ni la textura. Mientras que en países tropicales en desarrollo el clima crea grandes problemas posteriores a la recolección y que suponen enormes pérdidas de cosechas, de hasta un 50 por ciento, en países desarrollados el principal problema es la contaminación microbiana en carnes y pescados.

La irradiación fue introducida a comienzos del siglo XX mediante las primeras patentes de Inglaterra y Estados Unidos. Consiste en someter a los alimentos al efecto de una determinada cantidad de energía, durante un tiempo controlado, mediante radiación ionizante. Es esta un tipo de radiación que incluye a los rayos gamma, rayos X y haces de electrones, radiaciones con idénticas propiedades de penetración en los alimentos y que difieren solo en su origen. Transportan suficiente energía para convertir átomos y moléculas de los alimentos en iones, los cuales destruyen los organismos parásitos patógenos para el hombre (OMS, 1989).

La unidad de energía comunicada por unidad de masa de alimento se denomina Gray (Gy). La Comisión del Codex Alimentario de la FAO fija en 10 kGy la dosis máxima recomendada y garantiza que no entraña riesgos para la salud ni exige ensayos posteriores del alimento, si bien cada aplicación requiere una dosis concreta. Es una cantidad de energía pequeña, pues su efecto calorífico serviría solo para elevar la temperatura de la cantidad equivalente de agua en

poco más de 2°C. Por este motivo, la irradiación es conocida como una técnica "fría", o pasteurización fría, pues juega el mismo papel que la pasteurización en alimentos líquidos. Puede combinarse con otras técnicas, como el calor o la refrigeración, por lo que los productos congelados también pueden ser irradiados. Y también los alimentos envasados, puesto que el envase tolera la irradiación.

La irradiación es una técnica muy utilizada en Estados Unidos y, menos, en Europa, siendo Francia, Holanda y Bélgica los países en los que encuentra mayor aplicación. Precisamente, una de las causas que entorpecen el comercio internacional de alimentos irradiados reside en la diferencia de controles entre unos países y otros, ya que no se garantizan los requerimientos sanitarios mutuos conforme a las respectivas legislaciones alimentarias. Por ejemplo, en la Unión Europea se admiten como alimentos irradiados, en general, especias, hierbas aromáticas y condimentos; para otros alimentos, en cambio, no hay criterio común entre los restantes países.

Diversas limitaciones han supuesto un freno a la implantación de este método. Por un lado, la irradiación causa cierto ablandamiento en alimentos sólidos y enranciamiento en grasas y aceites y, por otro, en ocasiones origina un sabor desagradable. En el caso de las esporas bacterianas, se requiere una dosis mayor y no garantiza la prevención del botulismo. Con todo, el factor fundamental para el éxito de cualquier tecnología que quiera implantarse en el mercado es el grado de aceptación por el consumidor. El principal inconveniente para el uso generalizado de esta tecnología radica en la percepción equivocada por parte del consumidor de que un alimento irradiado pueda resultar radioactivo, efecto que solo puede ser superado mediante campañas informativas claras. Además, en los alimentos irradiados es obligado el etiquetado informativo. Una gran limitación para su expansión estriba en que el número de instrumentos autorizados disponibles no es muy elevado. En Europa, solo diez Estados miembros han autorizado esta tecnología. En España se cuenta con dos instrumentos y el porcentaje de uso para irradiación de alimentos es muy modesto. Estados Unidos, donde la irradiación alcanzó gran popularidad, cuenta con más de cien unidades. Sin embargo, el potencial de crecimiento fue sobrevalorado y el cierre en 2004 de SureBeam, una importante firma de la industria de defensa norteamericana, experta en

irradiación de alimentos, supuso un duro golpe para la imagen del método y su percepción por parte de los consumidores.

3.3. Técnicas de alta presión para la conservación de alimentos: Hiperbaric

La alta presión tiene una sorprendente capacidad de transformar la materia. Desde los trabajos pioneros de P.W. Bridgman a comienzos del siglo XX que le valieron el Premio Nobel de Física en 1946 (Bridgman, 1931), la investigación de la materia sometida a altas presiones es una línea prioritaria en todo el mundo. En el ámbito del procesado y de la conservación de alimentos, la alta presión constituye la base de una tecnología emergente que se ha expandido rápidamente durante la última década como método alternativo a la irradiación y a los tratamientos térmicos (gráfico 1).

Su gran ventaja radica en aumentar considerablemente la vida útil de los alimentos sin cambiar apreciablemente sus cualidades sensoriales. Aunque el interés mostrado hacia esta técnica se remonta a 1900, solo en 1990 se consiguió en Japón tratar por vez primera mermeladas a alta presión (Passos, 2010). La técnica consiste en someter a los alimentos a una elevada presión, por encima de los 4.000 bar, consiguiendo así su higienización. La presión altera la morfología de la membrana celular e inactiva ciertos enzimas y microorganismos responsables de la degradación sensorial y del aumento de la flora patógena.

Hiperbaric, una *pyme* burgalesa, es hoy el máximo exponente mundial de esta tecnología. La idea de crear Hiperbaric dentro del Grupo Nicolás Correa surgió en el año 1999 a partir de una empresa modesta, Amahe, un pequeño taller de calderería y transformaciones mecánicas que se planteó la oportunidad de diversificar su actividad. Para entonces ya era patente la necesidad de desarrollar un método alternativo para higienizar los alimentos. La crisis de 1998 en Estados Unidos por el caso de *listeriosis* causada por la bacteria *Listeria monocytogenes*, que afectó en once Estados a varios productos cárnicos de la empresa de comida rápida Bil-Mar Foods Inc. (Iowa) y causó varias muertes y partos prematuros, puso en evidencia el potencial de vulnerabilidad de algunos productos tratados

térmicamente. Este episodio alertó a los fabricantes cárnicos e incentivó la búsqueda de otros métodos, no térmicos, de tratamiento de alimentos que aportaran mayores garantías.

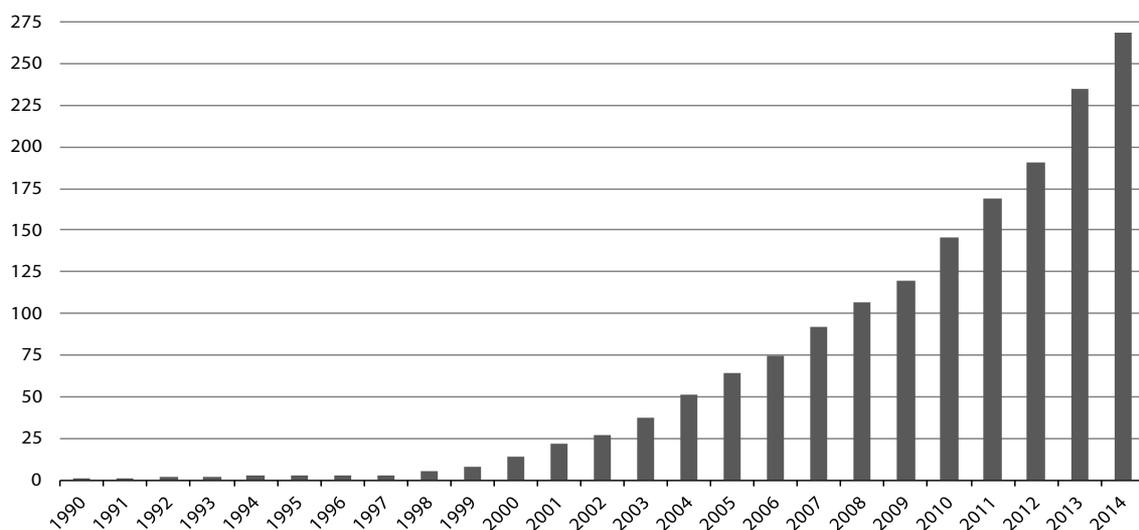
Fue por entonces cuando Hiperbaric diseñó el proyecto para construir una máquina de alta presión destinada exclusivamente al tratamiento de alimentos, aunque aplicable también en cosmética y farmacia. Es preciso valorar en toda su dimensión el riesgo de una inversión inicial muy cuantiosa en un proyecto que, aunque realizable, era innovador y difícil de conseguir, así como también las dificultades surgidas en el largo camino hasta su implantación. Hiperbaric acometió su desarrollo asociándose con la empresa Campofrío como cliente, ofreciendo esta su planta de producción para facilitar en 2002 la instalación del primer equipo (300 litros, 5000 bar) y verificar la viabilidad y eficacia de esta tecnología, garantizando los máximos niveles de seguridad y aumentando la productividad de las operaciones de tratamiento.

El equipo utilizado consta de una vasija o cámara de presurización (dos cilindros concéntricos en acero de alta resistencia, bobinados con hasta 300 kms de hilo de acero), cuyo tamaño varía de una gama a otra según el volumen de producto a tratar. Dispone de bombas hidráulicas multiplicadoras de la presión que actúan de forma independiente y de un yugo de placas de acero no sujeto a fatiga. Incluye, asimismo, transductores que convierten la presión en una señal eléctrica analógica que permite el control del instrumento. El mantenimiento remoto de los equipos puede ser controlado mediante conexión a Internet. La suma de estas potencialidades, los materiales de diseño, la combinación de diferentes presiones y temperaturas de trabajo, y los rigurosos controles de seguridad, ofrecen un amplio campo para una innovación continua y para la mejora de los modelos.

Siendo el agua el elemento compresor, la presión isostática se transmite a la velocidad del sonido, de manera homogénea y en todas las direcciones sobre todo el alimento una vez envasado y sellado en su envase final flexible, evitándose así los riesgos de una posterior contaminación. Con esta tecnología se consigue una drástica inactivación bacteriana sin elevar la temperatura, un efecto equivalente al de una pasteurización térmica, pero respetando en gran medida las características organolépticas del ali-

GRÁFICO 1

EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE EQUIPOS DE ALTA PRESIÓN INSTALADOS EN TODO EL MUNDO



Fuente: Hiperbaric.

mento, cuya pérdida en alimentos oxidados es la principal causa de rechazo por el consumidor. La alta presión respeta la estructura secundaria de las proteínas y afecta solo a los enlaces más débiles, es respetuosa con el medio ambiente y preserva al máximo la frescura de los alimentos. El resultado es un alimento sin patógenos ni aditivos, con más larga vida útil, que retiene el color, el sabor, las vitaminas y los antioxidantes. Otra ventaja, no menor, es su aplicación para la apertura de moluscos y crustáceos, pues la alta presión desnaturaliza la proteína del músculo responsable de mantener cerrada la valva, lográndose economía de tiempo y evitando manipulaciones innecesarias.

Estas características contrastan notablemente con las del tratamiento térmico, en el cual el calor se trasmite sobre el alimento de forma lenta y no uniforme y se aprecian gradientes de temperatura de unas partes a otras, lo que explica su rápida expansión por los cinco continentes (figura 2).

Como empresa de base tecnológica, Hiperbaric ha desarrollado una política de promoción y captación de talento y de creación de empleo tecnológico mediante el programa Portal del Talento. La mayor parte de la plantilla está for-

mada por profesionales *senior* cuyos comienzos fueron como *junior*, es decir, titulados universitarios y de ciclos formativos que se incorporaron a la empresa como becarios en formación en algunos de los diferentes programas. El personal titulado en 2007 representaba el 50 por ciento de todo el personal, elevándose en 2014 hasta el 64 por ciento, con un 20 por ciento de mujeres. Apostando por la innovación tecnológica, la empresa ha conseguido unos resultados muy positivos, con una cifra de ventas que crece exponencialmente de año en año, y se ha convertido en líder mundial en la producción de esta tecnología.

La decidida apuesta por la I+D+i se ha plasmado en una colaboración empresarial público-privada, con participación en 20 proyectos I+D+i financiados por entidades autonómicas, nacionales y europeas, entre ellas, el Ministerio de Economía, los programas marco sexto y séptimo de la Unión Europea, así como también H2020, destacando el macro proyecto de I+D+i Cenit-Futural, con una inversión de más de dos millones de euros. El objetivo ha consistido invariablemente en el desarrollo de productos alimentarios innovadores. La empresa, que cuenta con una filial en Miami y una plantilla de cien personas, exporta más del 90 por ciento de su producción; ha vendido casi el 60 por ciento de sus

FIGURA 2

IMPLANTACIÓN ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA DE ALTA PRESIÓN EN LOS DIFERENTES CONTINENTES



Fuente: Hiperbaric.

unidades en América y ha penetrado también en el mercado asiático, donde ha comercializado ya más de una de cada diez de las unidades producidas. En 2014 dedicó a investigación, aproximadamente, un 9 por ciento sobre ventas.

La evolución de la venta mundial de esta tecnología por Hiperbaric ha sido imparable desde el año 2000, en paralelo a la de los diferentes modelos construidos. El último ha sido el H 55" de 525 litros, el más productivo del mundo por su mayor tamaño y menor coste por kilo de alimento, lo que indica que en este tipo de procesado se valora sobre todo que se respeten las propiedades de los alimentos y que estos se asemejen lo más posible a un alimento fresco no procesado. Por su parte, se han ido perfeccionando los modelos, consiguiendo cada vez mayor volumen de vasija, ciclos más cortos, mayor eficacia y menores costes.

Esta trayectoria profesional ha encontrado reconocimiento internacional en forma de diversos premios, como el IFT (Institute of Food Technologies) Food Expo Innovation Award (Nueva Orleans, Louisiana) en 2008. Ese mismo año la empresa fue seleccionada por el MIT (Boston, Massachusetts) y el Instituto Español de Comercio Exterior (Bex) como empresa tecnológica modelo. También ha

sido galardonada en los Edison Award (Nueva York) en 2015. Este último premio reconoce a Hiperbaric como líder mundial en la fabricación de máquinas para procesar alimentos por alta presión y distingue a esta empresa por haber desarrollado un método para extender de forma natural la vida útil de los alimentos mediante la presión fría como vía alternativa para destruir drásticamente el contenido bacteriano, manteniendo al tiempo las vitaminas, los nutrientes y las propiedades sensoriales de los alimentos.

CONCLUSIONES

La investigación básica es clave para producir innovación y, a su vez, la innovación tecnológica se apoya en el conocimiento científico. El apoyo financiero a la investigación debe ser un objetivo irrenunciable en todo momento y, si cabe, más aun en tiempos de crisis económica, pues las soluciones innovadoras a los retos tecnológicos son fuente de creación de riqueza y de empleo altamente cualificado. La colaboración público-privada en acciones de I+D+i es instrumento de eficacia demostrada para producir soluciones competitivas en el mercado productivo.

BIBLIOGRAFÍA

BRIDGMAN, P.W. (1931), *The Physics of High Pressure*, Michigan, G. Bell and Sons, Ltd.

COLLARD, P. (1985), *El desarrollo de la microbiología*, Barcelona, Reverté S.A.

COMISIÓN EUROPEA (2015), *Informe sobre España 2015*, Bruselas.

COVARRUBIAS, C.A.; FARIAS, L.; PEREZ, N.V. y E. HERNÁNDEZ (2013), "Nanocompuestos a base de polímeros dispersos y nanofibras de carbono", *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 14 (2): 108-116.

CRUE (2015), *Encuesta Investigación y Transferencia del Conocimiento en las universidades españolas 2102-2013* (<http://www.crue.org/Paginas/Encuesta-de-Investigacion-y-Transferencia.aspx?Mobile=0>).

DU, J.; JAN, W. e Y. PENG (2010), "Life cycle greenhouse gases, energy and cost assessment of automobiles using magnesium from Chinese Pidgeon process", *Journal of Cleaner Production* 18(2): 112-119.

EAE BUSINESS SCHOOL (2015), *La inversión en I+D+i 2015*, Barcelona.

GÓMEZ DE SALAZAR, J.M.; BARRENA, M.I.; MERINO, C.; PLAETE, O. y G. MORALES (2007), "Preparación y estudio de materiales compuestos nanofibras de carbono/poliéster laminados con fibra de vidrio", *Anales de Mecánica de la Fractura*, 1: 234-238.

MARTÍNEZ HIDALGO, J.M. (1969), *Las naves de Colón*, Barcelona, Cadí.

MERINO, C.; SOTO, P.; VILAPLANA-ORTEGO, E.; GÓMEZ DE SALAZAR, J.M.; PICO, F. y J.M. ROJO (2005), "Carbon Nanofibres and activated carbon nanofibres as electrodes in supercapacitors", *Carbon*, 43(3): 551-557.

MIT TECHNOLOGY REVIEW (2010), *El grafeno gana el Premio Nobel* (<https://www.technologyreview.es/informatica/36598/el-grafeno-gana-el-premio-nobel>).

MOLERO, J. y J. DE NÓ (2015), *Análisis de los recursos destinados a I+D+i (Política de Gasto 46)*

contenidos en los Presupuestos Generales del Estado Aprobados para el año 2015 (Informe COSCE, 2015), Madrid, COSCE.

NATURE (2009), "Editorial: No turning back. Spain should not use the recession as an excuse to stall plans to boost its scientific enterprise", *Nature*, 462: 137-138.

OMS (1989), *La irradiación de los alimentos*, Ginebra.

PASSOS, M.L. y C.P. RIBEIRO (2010), *Innovation in Food Engineering. New Techniques and Products*, Boca Ratón (Florida), CRC Press, Taylor y Francis.

SERNAUTO/THE BOSTON CONSULTING GROUP, *Agenda Estratégica de Componentes 2020*, Barcelona (<http://www.sernauto.es/images/agendaestrategicacomponentes2020/>).

SERRANO MARTÍNEZ, L. y A. SOLER GUILLÉN (2015), *La formación y el empleo de los jóvenes españoles. Trayectoria reciente y escenarios futuros*, Madrid, Fundación BBVA/Ivive.

Evaluación del impacto de la investigación en Ciencias Sociales y Humanidades en la Unión Europea

El proyecto IMPACT-EV

RAMÓN FLECHA*

RESUMEN

En este artículo se describe, en primer lugar, el proyecto IMPACT-EV y la metodología utilizada para analizar el impacto científico, social y político de las investigaciones financiadas por el Programa Marco Europeo de Investigación y Desarrollo. En segundo lugar, se presentan los primeros resultados relativos a ese impacto obtenidos del análisis de la literatura científica y los proyectos del Programa Marco. Se presta atención especial a uno de los objetivos básicos de *Europa 2020*, el referido al área de empleo, donde se especifica la necesidad de alcanzar una tasa de ocupación del 75 por ciento para la población entre 20 y 64 años.

1. INTRODUCCIÓN

Europa 2020 se puso en marcha en 2010 como la estrategia de la Unión Europea para superar la grave crisis financiera que sufría y para crear las condiciones necesarias para una Europa inteligente, sostenible e integradora. Para conseguirlo, se fijaron cinco objetivos principales que deben alcanzarse a finales de 2020 y que cubren las siguientes áreas: empleo; investiga-

ción y desarrollo; clima/energía; educación y, por último, inclusión social y pobreza (European Commission, 2010). Los objetivos específicos dentro de cada una de estas áreas quedan recogidos en el cuadro 1.

El Programa Marco Europeo de Investigación y Desarrollo (PM) es el principal instrumento para fomentar la investigación competitiva de la Comisión Europea. La última de sus ediciones fue la séptima (7PM), que finalizó en 2013. En la actualidad, el PM ha pasado a llamarse *Horizon 2020*. Este Programa cubre todas las áreas científicas, incluyendo las Ciencias Sociales y Humanidades (CSH). Sin embargo, la presencia y financiación de las CSH han sido fuertemente cuestionadas, argumentándose que no existen evidencias claras sobre el impacto social y político de este tipo de investigación. La presión de más de 25.000 investigadoras e investigadores de esta disciplina, provocó que el Parlamento Europeo incluyera un *challenge* en *Horizon 2020* dedicado a las CSH, pero persisten amenazas muy graves para la financiación de la investigación en CSH en Europa (Nowotny, 2013). En este sentido, uno de los principales retos actuales de las CSH es generar nuevo conocimiento que pueda ser útil para la toma y el desarrollo de estrategias y acciones que contribuyan a la mejora de la sociedad en relación a los objetivos marcados.

* Universidad de Barcelona (ramon.flecha@ub.edu).

CUADRO 1

OBJETIVOS DE *EUROPA 2020***1. Empleo**

– Empleo para el 75 por ciento de las personas de 20 a 64 años.

2. I+D e innovación

– Inversión del 3 por ciento del PIB de la UE (sumando pública y privada) en I+D e innovación.

3. Cambio climático y energía

– Emisiones de gases de efecto invernadero un 20 por ciento (o un 30 por ciento si se dan las condiciones) por debajo de los niveles de 1990.

– 20 por ciento de energías renovables.

4. Educación

– Tasas de abandono escolar por debajo del 10 por ciento.

– Al menos un 40 por ciento de las personas de 30 a 34 años de edad con estudios de nivel terciario.

5. Lucha contra la pobreza y la exclusión social

– Reducción al menos en 20 millones del número de personas en situación o riesgo de pobreza y exclusión social.

Fuente: http://ec.europa.eu/europe2020/targets/eu-targets/index_es.htm

Por lo tanto, se plantean cuestiones como poder demostrar que un proyecto de investigación ha tenido impacto o valorar si un proyecto concreto que se presenta a una convocatoria competitiva europea va a conseguir impacto o no.

En relación al impacto científico, existe ya un importante bagaje de aportaciones sobre su evaluación, que sigue en desarrollo y con un intenso debate sobre nuevas y complementarias formas de medición que no sean los índices de impacto extraídos de bases de datos de acceso privado o basados en la fuente de la publicación, sino que tengan en cuenta el impacto de cada artículo (Altmetrics), la difusión en redes sociales, etcétera. Si la medición del impacto científico ya conlleva dificultades, estas se acrecientan cuando pasamos al terreno del impacto social, que es precisamente lo que demanda la ciudadanía para que los proyectos mejoren su calidad de vida, para que realmente tengan una utilidad social. Un reto al que se enfrentan muchos investigadores e investigadoras es poder medir y concretar el impacto real en la sociedad de sus resultados de investigación (Schindler-Daniels *et al.*, 2011).

Debido a esta situación y al impacto económico, político, científico y social de otros pro-

yectos financiados previamente por el PM, como INCLUD-ED¹, el 7PM de la Comisión Europea financia el proyecto IMPACT-EV, *Evaluating the impact and outcomes of EU SSH research* (Flecha, 2014-2017). Este proyecto de investigación tiene como objetivo definir un sistema de seguimiento y evaluación del impacto social, científico y político de la investigación en CSH en Europa. Vamos a centrar la atención en el impacto social, definido como los resultados que, más allá de ser difundidos y transferidos, han demostrado que conducen a mejoras relacionadas con los objetivos de la *Estrategia Europa 2020*.

En este artículo se expone primeramente, y de forma breve, el proyecto IMPACT-EV; en segundo lugar se introduce la metodología utilizada para extraer los datos relativos al impacto científico, político y social en investigación. En tercer lugar, a partir de los primeros resultados que se extraen de IMPACT-EV, se ofrece una visión global del impacto social, científico y

¹ INCLUD-ED fue el único proyecto de CSH reconocido por la Comisión Europea en la lista de las diez investigaciones científicas de éxito por su impacto científico, político, social y económico. Para más información: http://www.net4society.eu/_media/NET4Society_SSH_Impact_Success_Story_5_INCLUD_ED.pdf

político que están teniendo las investigaciones financiadas por el PM. El análisis llevado a cabo está basado en la explotación de más de 450 proyectos de investigación europeos en CSH (última convocatoria de CSH del 6PM, todos los proyectos de CSH del 7PM, algunos proyectos incluidos en otras áreas del 7PM, y algunas convocatorias del *European Research Council*). Se destaca uno de los objetivos básicos de *Europa 2020*, el relativo al área de empleo: alcanzar una tasa de ocupación del 75 por ciento para la población entre 20 y 64 años. Finalmente, se presenta el Repositorio SIOR (*Social Impact Open Repository*) como una potente herramienta que va a permitir compartir la información sobre el impacto social de la investigación a nivel internacional.

2. ¿QUÉ ES EL PROYECTO IMPACT-EV?

IMPACT-EV es un proyecto financiado por el 7PM, coordinado desde la Universidad de Barcelona, con un consorcio de ocho países miembros de la Unión Europea. Todos los miembros pertenecen a equipos de investigación y organizaciones con una elevada experiencia en el área de la evaluación del impacto científico, social y político de la investigación. Se trata además de equipos y organizaciones pertenecientes a una amplia diversidad de disciplinas, confiéndole al consorcio un carácter interdisciplinar y multidimensional clave para el análisis que IMPACT-EV cubre.

IMPACT-EV está desarrollando un sistema de selección, monitorización y evaluación de la investigación en CSH en Europa. Como los métodos cualitativos y cuantitativos por separado no parecen ser suficientes para evaluar el impacto social de la investigación, abundan los esfuerzos por combinar e integrar indicadores cuantitativos con datos cualitativos, que es precisamente lo que se está llevando a cabo en el proyecto. Junto a la utilización de métodos mixtos en la medición del impacto, IMPACT-EV también realiza estudios de caso (*Evaluating Research in Context*, 2010; Schmoch *et al.*, 2010; De Jong *et al.*, 2011; Donovan, 2011; Penfield *et al.*, 2014).

El objetivo general del proyecto viene secundado por una serie de objetivos más espe-

cíficos, de los cuales se destacan aquí solo los cinco más importantes para este artículo:

- Evaluar el impacto científico, político y social de los proyectos de investigación del 7PM y 6PM en CSH.

- Revisar el estado de la cuestión a nivel científico sobre las herramientas de evaluación en la estructura del impacto científico, político y social de la investigación en CSH.

- Analizar las estrategias que promueven el impacto en términos de producción científica realizadas por la investigación en CSH.

- Analizar el impacto social de la investigación en CSH y los factores que han contribuido a obtener, o no, ese impacto, para poder crear los indicadores que permitan identificar y evaluar el impacto social de la investigación en CSH *ex-ante* y *ex-post*.

- Integrar el conocimiento producido en IMPACT-EV y desarrollar un sistema de selección, monitoreo y evaluación de la investigación en CSH que incluya indicadores claros de impacto científico.

Como es habitual en los proyectos europeos, IMPACT-EV se estructura en “paquetes de trabajo” (*WorkPackages*, WP) que responden al objetivo general, y a todos y cada uno de los objetivos específicos del proyecto. En el primer año de proyecto se ha llevado a cabo una revisión exhaustiva de la literatura científica sobre el impacto de la investigación en CSH haciendo especial hincapié en el impacto social. Esta revisión ha revelado el creciente interés en este tema y las dificultades para el logro de un marco conceptual común, así como de criterios satisfactorios y herramientas de medición adecuadas (Van der Meulen y Rip, 2000; Bornmann, 2013).

Fruto de esa explotación bibliográfica se ha podido constatar que los caminos para identificar cómo la investigación científica impacta en la sociedad y mejora la política y la práctica son diversos. Algunos autores de la literatura científica sobre investigación evaluativa resaltan la necesidad de centrarse en cómo un proyecto de investigación genera interacciones productivas, entendidas como el intercambio entre investigadores y *stakeholders*, en el marco del cual se produce y valora el conocimiento científico robusto

y socialmente relevante. Este enfoque enfatiza la necesidad de identificar, a través de indicadores cuantitativos y cualitativos, cómo interactúan los investigadores, directa o indirectamente, con *stakeholders* y *policy-makers* (Spaapen y van Drooge, 2011).

Otros autores enfatizan la necesidad de desarrollar herramientas y mecanismos para identificar cómo esas interacciones llevan a desarrollos en investigación que tienen impacto en la sociedad (Penfield *et al.*, 2014). Estos enfoques proporcionan un importante bagaje para entender e identificar la transferencia social de los resultados de la investigación, pero desde IMPACT-EV se trata de explorar en profundidad qué se identifica por impacto social, político y científico.

El proyecto parte de que se produce un retorno real de los resultados científicos a la sociedad en cuanto se aplican políticas basadas en esas evidencias científicas. En ese momento es cuando podemos hablar de un impacto social. El problema surge cuando las recomendaciones políticas, las leyes que se aprueban o la normativa que se aplica, carecen del efecto deseado. Si no han servido para mejorar los objetivos que se planteaban en *Europa 2020*, podemos argumentar que no se ha alcanzado el nivel de impacto social deseado. Esta situación solo puede superarse cuando la investigación en CSH proporciona evidencias científicas de que sus resultados mejoran la vida de las personas, es decir, cuando son útiles socialmente.

2.1. Metodología

IMPACT-EV se está desarrollando mediante el uso de la metodología comunicativa. Esta metodología potencia un diálogo permanente entre el personal investigador y no investigador desde el inicio de la investigación hasta la presentación final de los resultados. De esta forma, los principales grupos de interés (desde responsables políticos a ciudadanos) participan del análisis de los resultados e impactos de la investigación en CSH que se van obteniendo.

El análisis comunicativo de la información se lleva a cabo siempre a través de dos dimensiones, exclusiva y transformadora (Gómez, Puigvert y Flecha, 2011). En el caso concreto del proyecto IMPACT-EV, a través de la dimensión exclusiva

se identifican los elementos y factores que conducen a la falta de impacto de la investigación (científica, política y social). Por el contrario, la dimensión transformadora identifica las acciones que han promovido y están promoviendo el éxito del impacto de la investigación en CSH.

Ambas dimensiones han sido utilizadas en el análisis de la literatura científica y de los proyectos de investigación del PM. En total se han analizado más de 450 proyectos de investigación europeos en CSH.

El análisis de la literatura llevó a explotar, de manera totalmente interdisciplinar, 172 revistas de impacto en CSH. A esta documentación cabría añadirle la explotación de libros, informes y documentos de trabajo; guías para solicitantes y evaluadores, y la información relativa a los más de 450 proyectos del PM analizados. La revisión de toda esta información se ha desarrollado, prioritariamente, sobre las siguientes disciplinas: Sociología y Geografía Socio-económica, Ciencias de la Educación, Medios de Comunicación, Humanidades, Ciencias de la Vida, Ciencias Económicas y Empresariales, Derecho y Ciencias Políticas, y Psicología.

Presentamos a continuación algunos aspectos del análisis de la información obtenida fruto solo del análisis de la literatura y los proyectos del PM (ya que también han sido y están siendo utilizadas otras estrategias de recogida de información), destacando la relativa al impacto social y, concretamente, al impacto en términos de empleo, intentando contribuir a la *Estrategia Europa 2020*.

2.2. ¿Qué se entiende por impacto científico?

El impacto científico de la investigación en CSH se refiere a la calidad de las publicaciones científicas de la investigación en CSH, sus dinámicas de citas y cómo son compartidas en las redes sociales científicas. Este impacto puede verse reflejado en indicadores tanto cuantitativos como cualitativos.

Existen pocos informes internacionales que analicen el impacto científico de proyectos de CSH. Cabría destacar, entre ellos, el conocido como "Evaluación del Impacto del Programa Marco en Ciencias Sociales e Investigación en Humanidades" (Technopolis, 2010). Este

informe proporciona algunos datos interesantes relativos a cómo son publicados los resultados científicos y su impacto. Destaca que prácticamente la mitad de ellos (un 45 por ciento) son informes y documentos de trabajo; un 28 por ciento son artículos de revistas, un 19 por ciento, capítulos de libros, y un 8 por ciento, libros. Tradicionalmente, el análisis del impacto de citación se genera a partir de la explotación de *Web of Science* (plataforma privada), pero este informe incorpora otras fuentes como *Google Scholar*, que permite incluir libros, capítulos de libro y otras variadas formas de plasmación de los resultados científicos (Technopolis, 2010).

Esta apertura a la utilización de fuentes diferentes a *Web of Science* para medir el impacto científico constituye uno de los muchos debates abiertos actualmente. Partiendo exclusivamente del índice de impacto que se calcula desde *Web of Science*, plasmado posteriormente en *Journal Citation Reports* (ranking de revistas según factor de impacto ordenadas por áreas de conocimiento), se pierden informaciones contenidas en *Google Scholar* o en redes sociales que denotan también si una publicación es muy citada. Por ello, en la actualidad se está debatiendo cómo medir ese impacto científico atendiendo a diversas fuentes de manera simultánea.

Tras analizar en profundidad los proyectos europeos y la literatura científica internacional, cabe destacar —de manera provisional, puesto que el proyecto se halla todavía en la fase de estudio de los diferentes impactos de las investigaciones— dos proyectos por su impacto científico: MULTILINKS - *How demographic changes shape intergenerational solidarity, well-being and social integration: A multilinks framework* (2009-2011)², con 38 artículos en revistas de revisión por pares (*peer review*), y MAFE - *Migration between Africa and Europe* (2008-2012)³, que cuenta con 19 artículos en revistas de revisión por pares, diez capítulos de libros y cinco volúmenes editados.

2.3. ¿Qué se entiende por impacto político?

En el proyecto IMPACT-EV, se entiende que una investigación tiene impacto político

² Para más información sobre el proyecto: <http://www.multilinks-project.eu/publications/>

³ Para más información sobre el proyecto: <http://www.mafeproject.com>

cuando responsables políticos elaboran políticas (normas legales, recomendaciones, reformas, etc.) basadas en sus resultados. Se incluye asimismo a ONG, movimientos sociales u otro tipo de entidades sociales que también hayan incorporado esos resultados a sus prácticas cotidianas, contribuyendo, a su vez, a producir mejoras sociales.

A la hora de detectar el impacto político, ha surgido una doble problemática que ha dificultado su medición. En muchas ocasiones, los proyectos que sí han tenido impacto político, no hacen explícita la existencia de este impacto en las publicaciones que se derivan de sus resultados. Por otra parte, también es frecuente el caso de leyes o reformas que, habiendo utilizado evidencias de investigaciones, no las mencionan.

En el análisis de la literatura efectuado se han podido recoger ejemplos de proyectos con impacto político en diferentes áreas y niveles políticos. Se han identificado, por tanto, algunas experiencias que podrían considerarse exitosas. Valga destacar como ejemplo el caso del gobierno de Flandes, que aplicó los resultados del proyecto *Social Entrepreneurs as "Lead Users" for Service Innovation* (SELUSI)⁴ a gran escala para mejorar su política de estimulación del espíritu empresarial social. El propio gobierno de Flandes contribuyó a la creación de una guía sobre cómo las regiones de la UE podrían potenciar la innovación social. En este mismo sentido, los resultados del proyecto *Finance, Innovation and Growth* (FINNOV)⁵ se reflejaron en la elaboración de una estrategia de innovación e investigación para el crecimiento nacional por parte del gobierno del Reino Unido⁶.

2.4. ¿Qué se entiende por impacto social?

Conforme a la definición adoptada en IMPACT-EV, logra impacto social cuando los resul-

⁴ Para más información: http://cordis.europa.eu/result/rcn/146138_en.html

⁵ Para más información: <http://www.finnov-fp7.eu/>

⁶ Department of Business Innovation and Skills of UK (2011), *Innovation and Research Strategy for Growth* (<https://www.gov.uk/government/publications/innovation-and-research-strategy-for-growth>).

tados científicos, una vez publicados y difundidos, han sido transferidos en beneficio de los objetivos planteados en *Europa 2020* (IMPACT-EV Consortium, 2014). De esta forma, afirmar que una investigación consigue impacto social implica que sus resultados han contribuido a la consecución de esos objetivos.

En muchas ocasiones, el impacto social se confunde con la difusión de los resultados. A su vez, que los resultados hayan sido transferidos a decisores políticos para que sean utilizados en nuevas propuestas políticas tampoco asegura su impacto social. Para clarificar esta importante cuestión y dejar bien delimitados los conceptos, conviene describir brevemente el significado de cada uno de ellos. Se entiende por “difusión” el dar a conocer las publicaciones científicas a la comunidad científica, los responsables políticos y la ciudadanía. Cuando esos resultados ya publicados y difundidos son utilizados por responsables políticos y/o actores sociales para sus políticas o acciones, se habla de “transferencia de conocimiento” (sin conocer todavía si esos resultados han potenciado mejoras sociales). Finalmente, el impacto social se produce cuando esos resultados publicados, difundidos y transferidos logran una mejora en relación a los objetivos que las sociedades han acordado, como los de *Europa 2020*.

La esfera económica está muy presente en la propia conceptualización del impacto a nivel internacional. En este sentido, Donovan (2008), en el desarrollo del *Australia's Research Quality Framework*, ha incorporado a la definición de “impacto” los beneficios sociales, económicos, medioambientales y culturales. El beneficio económico lo entiende como la mejora de la productividad, obteniendo crecimiento económico y creación de riqueza, incremento del empleo y aumento de la capacidad de innovación y la competitividad global. Otros enfoques conceptualizan el impacto social acercándolo de manera directa a la esfera económica. Este sería el caso, por ejemplo, de la iniciativa *Star metrics*⁷ en Estados Unidos, analizada por Weinberg *et al.* (2014). Estos autores han profundizado en el análisis de cómo influye la financiación

⁷ *Star metrics* es una colaboración para crear un repositorio de datos y herramientas de utilidad para evaluar el impacto de las inversiones federales en I + D. Este proyecto lo lidera el Instituto Nacional de Salud y la Fundación Nacional para la Ciencia (*National Science Foundation*), bajo los auspicios de la Oficina de Política Científica y Tecnológica.

de la ciencia en la actividad económica a corto plazo, bajo el supuesto de que la actividad científica tiene impacto económico en la sociedad, dependiendo, entre otros factores, del número de personas empleadas directamente en la investigación.

3. ANÁLISIS DEL IMPACTO SOCIAL DIRECTAMENTE RELACIONADO CON EL OBJETIVO DE *EUROPA 2020* PARA EL EMPLEO

El análisis del impacto social desde la vertiente del empleo se lleva a cabo teniendo presente el siguiente objetivo de *Europa 2020*: empleo para el 75 por ciento de las personas de 20 a 64 años. El análisis de proyectos que han tenido impacto social en términos de empleo permite distinguir entre los que han generado empleo de manera directa, y los que han generado una mejora en la empleabilidad.

El caso concreto del proyecto de las excavaciones de Atapuerca, iniciadas ya en los años setenta, es un claro ejemplo de generación de empleo, creación de nuevas compañías e incremento del turismo. Se trata de un proyecto coordinado por el Instituto Catalán de Paleontología Humana y Evolución Social (IPHES), a través del cual se ha explotado el descubrimiento del *homo antecesor*, hallazgo arqueológico de gran incidencia. Este descubrimiento y el posterior trabajo de investigación han logrado un impacto científico sobresaliente, traducido en más de cien publicaciones incluidas en *Journal Citation Reports*. De entre ellas, destaca un artículo publicado en *Science* (Carbonell *et al.*, 1995), que ha recibido 230 citas en *Web of Science*. A su vez, este impacto científico ha sido difundido y transferido, obteniendo buenos resultados a nivel económico e impactando de manera positiva en la región donde se ubican las excavaciones.

Debido al enorme interés generado por las excavaciones y los hallazgos de la investigación, se crearon cuatro compañías de *catering* en la localidad de Atapuerca, así como tres *pymes* (Granja Escuela Arlanzón, Paleorama y ArqueOcio). En 2010 se inauguró el Museo de la Evolución Humana y otros negocios también generados a partir de las excavaciones (Moreno Lara y Fernández, 2001) que han llegado a gene-

rar más de 1.130 puestos de trabajo estables desde 2010. A la creación directa de puestos de trabajo cabría sumar el impacto económico en la región que generan las visitas al museo y toda el área de la Sierra de Atapuerca. El Museo de la Evolución Humana ha alcanzado 53 millones de euros de ingresos, mientras que se han contabilizado más de 470.000 visitas al yacimiento entre 1995 y 2004 (Saiz Martín, 2011). De esta forma, el turismo en la zona se ha relanzado, logrando así un relevante impacto social y económico que se traduce, por ejemplo, en un rejuvenecimiento de la población de la zona. Es importante también destacar que, desde 2010 hasta 2013, entre el Museo de la Evolución, dos centros receptores de visitas, el sitio arqueológico y el parque arqueológico, se han recibido en la zona 1,14 millones de turistas. En este período de tiempo solo el Museo alcanzó 744.000 visitantes (Casado, 2013).

En esta misma línea, cabría destacar también el proyecto INCLUD-ED⁸, fruto de cuyos resultados se ha generado empleo en un colectivo de difícil inserción en el mercado laboral; concretamente, las personas que pertenecen a grupos vulnerables, en situación de pobreza. A través del proyecto se identificaron las mejores actuaciones de éxito en la generación de empleo. Se analizó el caso exitoso de la Corporación Mondragón en España, identificando actuaciones cooperativistas de éxito transferibles a otros contextos. Investigadores del proyecto participaron posteriormente en la creación de una cooperativa en un barrio muy pobre de Albacete, ayudando en el proceso dialógico con el vecindario y llevando a cabo una sesión de formación. Posteriormente, los vecinos decidieron crear la cooperativa Miguel Fenollera, que ha proporcionado empleo estable, desde 2011, a once personas (desempleadas de larga duración) y ha generado 570 contratos en agricultura y seis en educación de carácter no indefinido (Burgués, Martín y Santa Cruz, 2013).

Frente a estos proyectos, que han supuesto la generación directa de puestos de trabajo, así como la creación de nuevas empresas, encontramos otros que se han centrado en trabajar con una población mucho más específica, a la que se ha ofrecido una formación dirigida a su posterior inserción laboral. Este sería el caso, por ejemplo, del proyecto *Workaló: Creation of new occupational*

⁸ Para más información sobre el proyecto: <http://creaub.info/included/>

*patterns for cultural minorities: The Gypsy Case*⁹, financiado por el 5PM de Investigación de la Comisión Europea. El proyecto permitió constatar que los cursos de formación diseñados para determinados grupos vulnerables, como la comunidad gitana, en muchas ocasiones carecen de resultados positivos en términos de empleabilidad. En efecto, la discriminación hacia esta comunidad, junto con el diseño de cursos que no partían de las habilidades que ya poseía la comunidad gitana, reducía significativamente el impacto en la creación de empleo. A partir de los resultados científicos del proyecto y del establecimiento de colaboraciones entre el personal investigador y algunas asociaciones gitanas se potenciaron cursos de formación laboral contruidos pensando en las habilidades y competencias que la comunidad gitana ya poseía (Sordé-Martí *et al.*, 2012). A modo de ejemplo, uno de los cursos llevados a cabo, dirigido especialmente a mujeres gitanas, produjo un 80 por ciento de inserción laboral entre las participantes (Sordé-Martí *et al.*, 2014).

Finalmente, cabría destacar otros proyectos que han abordado de modo más general la promoción del crecimiento económico, en diferentes ámbitos. Por ejemplo, el proyecto MONFISPOL¹⁰, centrado en el desarrollo de modelos económicos ha creado una *software* libre (*Dynare*) que permite manejar una amplia gama de modelos económicos, destacando fundamentalmente dos, el de equilibrio dinámico estocástico general y el de generaciones superpuestas. Diversos bancos centrales (el Banco Central Europeo, el Banco de Francia y el Banco de Finlandia, entre otros), ministerios de economía e incluso instituciones financieras privadas utilizan este *software* para llevar a cabo sus análisis. Por otra parte, el proyecto VICO¹¹, dedicado al análisis de capitales de riesgo, ha trabajado en la creación de una base de datos sobre capitales de riesgo financiada por la Unión Europea,

⁹ Este proyecto también tuvo un importante impacto político, ya que sus resultados, presentados en la sede del Parlamento Europeo en 2004, contribuyeron a que, el 28 de abril de 2005, el Parlamento Europeo aprobara por unanimidad el reconocimiento del pueblo gitano como minoría europea (European Parliament, 2005); en septiembre del mismo año, el Congreso de los Diputados (2005) aprobó también por unanimidad el reconocimiento de los derechos del pueblo gitano en España. Para más información sobre el proyecto: <http://www.neskes.net/workalo/inici.htm>

¹⁰ Para más información sobre el proyecto: <http://www.monfispol.eu/>

¹¹ Para más información sobre el proyecto: <http://www.vicoproject.org/>

donde se dan cita más de 8.300 compañías de siete países europeos.

4. SOCIAL IMPACT OPEN REPOSITORY (SIOR), UNA HERRAMIENTA ABIERTA DE VISIBILIZACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL

Algunos de los proyectos analizados anteriormente están incorporando los resultados de sus investigaciones a una nueva herramienta de acceso abierto que permite registrar el impacto social de la investigación a nivel internacional: el repositorio SIOR¹². Disponer de todos estos datos de manera abierta tiene un enorme potencial para el personal investigador y para la ciudadanía en general.

SIOR surge en el seno de IMPACT-EV, debido a la inexistencia de repositorios y herramientas como los ya existentes para visibilizar el impacto científico, y ante el interés creciente de la Comisión Europea por disponer de datos relativos al impacto social de los proyectos que financia. SIOR se ha convertido en una herramienta sin precedentes, ya que se trata del primer registro de impacto social a nivel internacional que permite al personal investigador y a los centros de investigación mostrar sus evidencias relativas al impacto, aportando datos concretos de informes, publicaciones, bases de datos, etcétera.

Una de las ventajas con las que cuenta el repositorio es que se encuentra conectado con las bases de datos de ORCID (Open Researcher & Contributor ID). ORCID es una organización sin ánimo de lucro que ha creado un identificador único para el personal investigador. Permite enlazar las diferentes actividades de investigación que cualquier persona investigadora realiza o haya realizado. Cada persona tiene su identificador y puede valorar la evaluación de su investigación. La colaboración con organizaciones internacionales como ORCID y la filosofía de crear vínculos y relaciones con otros repositorios y bases de datos están facilitando el desarrollo de recursos internacionales en acceso abierto, y que, de esta forma, la ciudadanía general salga beneficiada.

¹² El acceso a SIOR se efectúa desde: <http://www.ub.edu/sior/sior.php>

Uno de los principales aspectos destacables de SIOR es que no provee exclusivamente descripciones sobre impacto, sino que también muestra evidencias del mismo, ligando los documentos que se aportan (artículos, informes, etc.) con su impacto social. De esta manera, contribuye a que cualquier investigador pueda acceder al repositorio y comprobar cómo otros proyectos han conseguido su impacto, con el fin de mejorar el impacto de los propios proyectos.

SIOR se dirige a una audiencia muy amplia, ya que se trata de un repositorio abierto que permite una visión comprensiva de la investigación internacional y su impacto. Entre los beneficiarios potenciales se cuentan:

- El personal investigador y académico, al cual permite conocer qué proyectos dentro de su ámbito tienen o han tenido impacto social, al igual que también permite conocer a otros investigadores/as que están trabajando sobre temáticas similares.
- Las instituciones participantes en la financiación de proyectos, que pueden acceder al repositorio y dar a conocer el impacto social de los proyectos que financian.
- Las agencias de financiación, a las que el repositorio permite monitorizar el impacto social de proyectos en curso y evaluar los ya finalizados, de modo que pueden conocer el impacto social que han tenido o están teniendo los proyectos que han financiado.
- Las agencias responsables de la gestión de la investigación, que, mediante SIOR, pueden valorar el impacto social de los equipos de investigación, cuando se trata de financiar nuevas propuestas de investigación. Asimismo, en el área de gestión, SIOR permite identificar qué proyectos no están teniendo impacto y analizar las causas subyacentes, con el fin de diseñar medidas para conseguir el impacto deseado.
- El público en general, ya que, al tratarse de un repositorio abierto, los ciudadanos pueden acceder y comprobar qué proyectos financiados con dinero público están alcanzando más impacto.

REFLEXIÓN FINAL

A la Comisión Europea le preocupa particularmente que las investigaciones que financia en el ámbito de las CSH consigan resultados, que adquieran impacto no solo científico, sino también político y social. El análisis bibliográfico en profundidad sobre la evaluación del impacto de las publicaciones científicas, junto con la explotación de la información relativa a más de 450 proyectos de investigación en CSH, ofrecen una primera aproximación al impacto que se está alcanzando con la investigación potenciada por estos grandes programas europeos.

En primer lugar, es importante destacar que no existe acuerdo a nivel internacional sobre cómo establecer la medición del impacto político y social. Si ya existen dificultades para medir el impacto científico, la evaluación del impacto político y social reviste mayor complejidad. El proyecto IMPACT-EV aporta nuevas contribuciones a la identificación y evaluación del impacto social de las investigaciones. Este proyecto parte de que las investigaciones cuyos resultados científicos han sido publicados, difundidos y transferidos mediante actuaciones políticas, alcanzando un impacto positivo en la ciudadanía en relación con los objetivos acordados democráticamente por la sociedad (como los de *Europa 2020*), poseen impacto social. Uno de esos objetivos se centra precisamente en la necesidad de alcanzar el 75 por ciento de tasa de ocupación de las personas comprendidas entre 20 y 64 años.

El análisis de la información realizado hasta el momento proporciona algunas evidencias interesantes del impacto científico, político y especialmente social de los proyectos financiados por los programas de la Unión Europea. Los primeros análisis relativos exclusivamente a cómo los proyectos contribuyen al objetivo del empleo marcado en la *Estrategia Europa 2020* ponen de manifiesto el éxito de algunos de estos proyectos, que han generado y generan empleo de manera directa e indirecta como resultado de sus investigaciones.

Para visibilizar y contrastar el impacto social general de las investigaciones en Ciencias Sociales y Humanidades CSH, se ha creado, en el marco del proyecto IMPACT-EV, el repositorio SIOR. Se trata de una herramienta inédita de

alcance internacional dirigida no solo al personal investigador y a las agencias que financian y gestionan los proyectos, sino también al conjunto de la ciudadanía. De acuerdo con los objetivos de sus impulsores, SIOR podría recoger en el futuro de manera exhaustiva las evidencias del impacto social de los múltiples proyectos financiados con fondos públicos, constituyendo así una base de información muy útil para diseñar nuevas líneas y programas de investigación eficaces y eficientes.

BIBLIOGRAFÍA

BORNMANN, L. (2013), "What is societal impact of research and how can it be assessed? A literature survey", *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64, 2: 217-233.

BURGUÉS, A.; MARTIN, S. e I. SANTA CRUZ (2013), "La relación entre cooperativas transformadoras y desigualdades sociales en los territorios", *Scripta Nova* (n.º extraordinario), 427(XVII).

CASADO, M. (2013), "Las visitas de extranjeros se duplican en el Museo desde 2010. El sistema Atapuerca ha recibido 1,14 millones de turistas en estos tres años", *El Correo de Burgos*, 17 de julio de 2013.

CONGRESO DE LOS DIPUTADOS (2005), "Proposición no de ley relativa al reconocimiento de los derechos del pueblo gitano", *Diario de sesiones del Congreso de los Diputados*, Legislatura VIII, 27 de septiembre de 2005, n.º11, 4: 5761 -5768.

DE JONG, S.; VAN ARENSBERGEN, P.; DAEMEN, F.; VAN DER MEULEN, B. y P. VAN DEN BESSELAAR (2011), "Evaluation of research in context: An approach and two cases", *Research Evaluation*, 20(1): 61-72.

DONOVAN, C. (2008), "The Australian Research Quality Framework: A live experiment in capturing the social, economic, environmental, and cultural returns of publicly funded research", *New Directions for Evaluation*, 118: 47-60.

– (2011), "State of the Art in Assessing Research Impact: Introduction to a special issue", *Research Evaluation*, 20(3): 175-179.

EUROPEAN COMMISSION (2010), *Communication from the Commission Europe 2020. A strategy for*

smart, sustainable and inclusive growth, Bruselas, 3.3.2010 [COM(2010) 2020].

EUROPEAN PARLIAMENT (2005), *Resolution on the situation of the Romà in the European Union*, P6_TA-PROV (<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=TA&reference=P6-TA-2005-0151&language=EN>).

EVALUATING RESEARCH IN CONTEXT (ERIC) (2010), *Evaluating the societal relevance of academic research: A guide*, Delft, Delft University of Technology.

FLECHA, R. (2014-2017), *IMPACT-EV. Evaluating the impact and outcomes of European SSH Research*, 7th Framework Programme.

GÓMEZ, A.; PUIGVERT, L. y R. FLECHA (2011), "Critical communicative methodology: Informing real social transformation through research", *Qualitative Inquiry*, 17(3): 235-245.

IMPACT-EV CONSORTIUM (2014), *State of the art in the scientific, policy and social impact of SSH research and its evaluation, Report 1. FP7 2014-2017*.

MORENO LARA, V. y M. E. FERNÁNDEZ (2001), "La difusión de la investigación en la sierra de Atapuerca. Actividades y reflexiones desde el aula arqueológica 'Emiliano Aguirre'", *Revista ÍBER. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 29: 27-36.

NOWOTNY, H. (2013), "Shifting Horizons for Europe's Social Sciences and Humanities", *The Guardian* (<http://www.theguardian.com/science/political-science/2013/sep/23/europe-social-sciences-humanities>).

PENFIELD, T.; BAKER, M.J.; SCOBLE, R. y M.C. WYKES (2014), "Assessment, evaluations, and definitions of research impact: A review", *Research Evaluation*, 23 (1): 21-32.

SÁIZ MARTÍN, E. (2011), *Documentos que acompañan al PAU de la Sierra de Atapuerca* (<http://www.jcyl.es/jcyl/patrimoniocultural/atapuerca/DocumentosQueAcompanan.pdf>).

SCHINDLER-DANIELS, A.; BITTERBERG, C.; SARKAR, R.; KROTKI, M. y L. TITARENKO (2011), *SSH Experiences with FP7- A Commentary*, Bonn, net4society.

SCHMOCH, U.; SCHUBERT, T.; JANSEN, D.; HEIDLER, R. y R. VON GER (2010), "How to use indicators to

measure scientific performance: A balanced approach", *Research Evaluation*, 19(1): 2-18.

SORDÉ-MARTÍ, T.; MUNTÉ, A., CONTRERAS, A. y O. PRIETO-FLORES (2012), "Immigrant and native Romani women in Spain: Building alliances and developing shared strategies", *Journal of Ethnic and Migration Studies*, 38(8): 1233-1249.

SORDÉ-MARTÍ, T.; SERRADELL, O.; PUIGVERT, L. y A. MUNTÉ (2014), "Solidarity networks that challenge racialized discourses: The case of Romani immigrant women in Spain", *European Journal of Women's Studies*, 21(1): 87-102.

SPAAPEN, J. y L. VAN DROOGE (2011), "Introducing 'productive interactions' in social impact assessment", *Research Evaluation*, 20(3): 211-218.

TECHNOPOLIS (2010), *Impact Europese Kaderprogramma's in Nederland*, Technopolis Group.

VAN DER MEULEN, B. y A. RIP (2000), "Evaluation of societal quality of public actor research in the Netherlands", *Research Evaluation*, 8(1): 11-25.

WEINBERG, B.A.; OWEN-SMITH, J.; ROSEN, R.F.; SCHWARZ, L.; MCFADDEN ALLEN, A.; WESS, R.E. y J. LANE (2014), "Science funding and short-term economic activity", *Science*, 344 (6179): 41-43.

La investigación biomédica y su traslación a la clínica

FERNANDO DOMÍNGUEZ*

RESUMEN

La investigación médica es una fuente permanente de innovaciones que, cuando se trasladan a la clínica, mejoran la atención a los pacientes. Algunas son tan importantes que transforman por completo el manejo habitual de las enfermedades y los pacientes. La medicina genómica, la medicina de precisión y la regenerativa, en la punta de lanza de la medicina del siglo XXI, son deudoras de esas innovaciones. Aquí se repasan brevemente, subrayando su valor, que no es solo científico y clínico, sino también social y económico.

1. INVESTIGACIÓN MÉDICA E INNOVACIONES CLÍNICAS

Los avances de la investigación médica abren la puerta a la curación de muchas enfermedades. Curar la enfermedad ha sido un objetivo primordial de los investigadores en medicina. Su deseo no es solo conocer mejor el funcionamiento del organismo humano, sino también poder aplicar este conocimiento para ayudar a los enfermos. Un ejemplo emblemático es el descubrimiento de la insulina, donde se aúna el avance del conocimiento científico con la obtención de un tratamiento que cambia la vida de los enfermos diabéticos. La repercusión social de estos avances científicos se extiende más allá de la

* Universidad de Santiago de Compostela y Fundación Pública Gallega de Medicina Genómica (fernando.dominguez@usc.es).

práctica médica, ya que ha de considerarse el impacto económico que supuso la comercialización de la insulina para el desarrollo de la industria farmacéutica.

Desgraciadamente, el ejemplo de la insulina no se repite con la frecuencia que todos desearíamos. Poder trasladar a la práctica clínica los conocimientos obtenidos en el laboratorio de investigación no resulta fácil, porque curar depende, en gran medida, de dos factores que casi nunca van de la mano: por una parte, conocer las causas de la enfermedad y, por otra, desarrollar instrumentos terapéuticos que puedan ser utilizados posteriormente en la práctica médica para tratar a los pacientes afectados. Así, hay múltiples ejemplos de enfermedades cuyas bases fisiopatológicas son bien conocidas, a pesar de lo cual se carece de herramientas eficaces para poder tratarlas; y, al revés, enfermedades cuya etiología sigue siendo una incógnita, pero que se han podido tratar paliativamente con gran éxito gracias al desarrollo de nuevos medicamentos. Una de las causas de este divorcio entre el conocimiento teórico y su instrumentalización práctica reside en la necesidad de utilizar modelos experimentales muy alejados del hombre para profundizar en el conocimiento básico de la enfermedad. Sirva como ejemplo la mosca del vinagre, que ha sido pieza clave en el desarrollo de la genética, pero cuya manipulación experimental no se puede trasladar a la clínica.

Sin embargo, en la década de los ochenta se produjeron una serie de avances trascendentales que llevaron a un profundo cambio en el paradigma de la investigación médica. Dos grandes hitos marcaron este hecho. Uno, el enorme

avance tecnológico que supuso el desarrollo de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), que permite amplificar el material genético procedente de un enfermo y tener así material para el estudio de sus alteraciones de forma ilimitada; otro, la localización del primer gen causante de una enfermedad humana, la enfermedad de Huntington, usando un marcador polimórfico. Este segundo hecho abrió un nuevo continente a la investigación biomédica, ya que se invirtió el paradigma existente hasta entonces. Tradicionalmente se recurría a estudiar en un modelo animal alguna de las características de la enfermedad para obtener así datos que después trabajosamente se trataban de trasladar a la clínica. Era un proceso muy lento y que proporcionaba escasos resultados prácticos. Ahora, sin embargo, la aproximación es la opuesta. El estudio de los pacientes nos permite identificar los genes causantes de la enfermedad, antes incluso de que el gen se conozca. La información se inicia en la cama del enfermo, y solo después se estudia la función del gen en el laboratorio. La traslación de conocimiento fluye al revés del modelo tradicional; ahora, la información se dirige desde la cama del paciente hacia el laboratorio. Ello obliga a los investigadores a ir a los hospitales para obtener las fuentes de información primaria. Este acercamiento de los investigadores a los enfermos ha sido clave en el enorme desarrollo del conocimiento sobre las bases genéticas de las enfermedades.

2. EL PROYECTO DEL GENOMA HUMANO Y LA MEDICINA GENÓMICA

La necesidad de verificar los datos obtenidos en los pacientes impulsó el desarrollo de las tecnologías que permitieron modificar el genoma del ratón. De esta forma, se pueden obtener modelos experimentales que repiten las mismas alteraciones génicas encontradas en los pacientes. Esta gran sinergia entre la cama del enfermo y el laboratorio de investigación se vio refrendada con el proyecto del genoma humano, un proyecto que aunó el esfuerzo de científicos de todo el mundo y que hizo realidad la existencia de una nueva rama de la medicina que se ha venido en llamar la medicina genómica. Esta rama, aún emergente, proporciona al clínico la información genética del paciente que

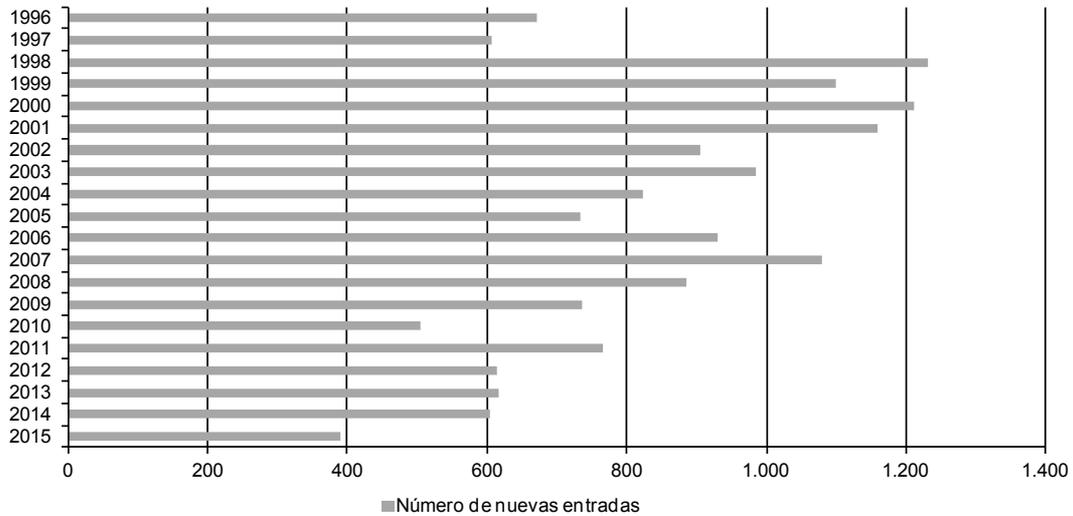
permite confirmar o descartar la existencia de una enfermedad. Es más, le proporciona información valiosísima sobre el pronóstico y el posible tratamiento posibilitando así un mejor manejo del paciente (Feero *et al.*, 2010; Ng *et al.*, 2009). Además, esta información –y este es uno de sus aspectos más sensibles– puede establecer el riesgo de padecer la enfermedad de allegados portadores de la alteración génica que aun no presentan síntomas. Este nuevo escenario se ha convertido rápidamente en una rutina asistencial y ha supuesto la creación de una nueva especialidad médica, la genética, que acaba de empezar su singladura de forma oficial. Su objetivo fundamental es el diagnóstico genético. La identificación de nuevos genes de relevancia clínica ha crecido ininterrumpidamente. En el gráfico 1 se representa el número de nuevas entradas que se vienen produciendo cada año desde el 1995 en la base datos de OMIM¹, un catálogo de genes y enfermedades genéticas humanas.

A fecha 15 de mayo de 2015 se conocen las bases moleculares de 5.484 fenotipos (estos fenotipos incluyen fundamentalmente enfermedades mendelianas, pero también genes que confieren mayor susceptibilidad a padecer enfermedades comunes y algunas alteraciones genéticas no hereditarias, como las causantes de algunos cánceres). El número de genes conocidos cuya mutación conlleva un cambio fenotípico es de 3.395. En el cuadro 1 se representan los datos totales de genes separados en función de su localización. Esta última es muy importante desde el punto de vista médico, ya que determina el patrón de herencia. Así, por ejemplo, si los genes afectados están en el cromosoma X, es muy probable que sean solo los hijos varones los que padezcan la enfermedad; si la enfermedad está causada por un gen mitocondrial, la enfermedad solo la transmiten las madres, etcétera. Las cifras se incrementan cada año, pero probablemente los datos aquí presentados solo sean la punta del iceberg, ya que cabe esperar que el conocimiento sobre las bases genéticas de las enfermedades comunes se incremente sobremanera gracias al desarrollo de las nuevas tecnologías de genotipado, que han acelerado y abaratado el coste de cada análisis. Se van a poder obtener genotipados completos de una persona por menos de 2.000 euros, y la tendencia es que el coste siga bajando.

¹ Online Mendelian Inheritance in Man (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/omim>).

GRÁFICO 1

EVOLUCIÓN ANUAL DE NUEVAS ALTERACIONES GENÉTICAS HUMANAS DE INTERÉS CLÍNICO RECOGIDAS EN LA BASE DE DATOS DE OMIM



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la OMIM.

CUADRO 1

LOCALIZACIÓN DE GENES EN CROMOSOMAS HUMANOS

	Autosómicos	Cromosoma X	Cromosoma Y	Mitocondriales	Totales
Número de genes	21.559	1.232	59	65	22.915

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la OMIM.

¿Qué es una enfermedad común y en qué se diferencia de una enfermedad mendeliana? En una enfermedad mendeliana basta tener la alteración patológica del gen para que se desarrolle la enfermedad, mientras que en las enfermedades comunes se necesita la intervención de otros factores para que la enfermedad se manifieste. Así, mientras en la enfermedad mendeliana la alteración génica es suficiente para padecer la enfermedad, en la enfermedad común la presencia de la alteración génica incrementa el riesgo de padecer la enfermedad, pero no es garantía de que se vaya a padecer. Este hecho

es muy relevante, ya que exige una adecuada valoración del riesgo que solo pueden proporcionar personas cualificadas.

Se observa de nuevo –como con el ejemplo de la insulina– que los avances científicos alcanzan una repercusión de tal envergadura que modifican los procedimientos rutinarios con los que se venía tratando a los pacientes. ¿Cómo se incorporan esos avances a la sociedad? La experiencia de Galicia puede servir para ofrecer una respuesta a esta pregunta.

3. LA FUNDACIÓN PÚBLICA GALEGA DE MEDICINA XENÓMICA (FPGMX)

Creada oficialmente en 2003², la Fundación Pública Galega de Medicina Xenómica (FPGMX) tiene su origen a finales de los años noventa. En enero de 1997 inició su actividad en el sistema de sanidad público como Unidad de Medicina Molecular dentro de la Fundación INGO. La Unidad estaba formada por profesores universitarios formados en técnicas de genética molecular en laboratorios experimentales, que, sin embargo, carecían de experiencia asistencial. Afortunadamente, el equipo contó siempre con el apoyo entusiasta del personal clínico del Hospital Universitario de Santiago de Compostela, que pronto se extendió a otros centros gallegos, lo que facilitó sustancialmente la transición entre la investigación básica y la asistencia clínica. La importancia que la medicina genómica tiene en la práctica asistencial fue pronto captada por los profesionales sanitarios, quienes, desde el principio, hicieron un gran uso de las pruebas desarrolladas en la Unidad y, a partir del año 2003, en la propia Fundación (gráfico 2). Los análisis atendían las peticiones clínicas y surgían de los propios especialistas que encontraban en la práctica diaria pacientes sospechosos de padecer patologías genéticas y buscaban la colaboración de la Unidad de Medicina Molecular para poder confirmar su diagnóstico mediante el análisis genético. Esta colaboración dio lugar a un gran número de publicaciones científicas internacionales y de tesis doctorales como resultado de la identificación de numerosas alteraciones génicas causantes de enfermedades. Cabe destacar aquí la importancia de la colaboración con la Universidad en la formación del personal para la Unidad. La enorme variedad de enfermedades genéticas y la flexibilidad necesaria en la oferta de pruebas requieren contar con personal altamente cualificado, capaz de poner a punto nuevas técnicas diagnósticas en respuesta a las peticiones de los clínicos.

Sin embargo, el principal problema al que se enfrenta este tipo de servicios reside en hacer llegar de forma comprensible la información genética al paciente y, cuando corresponde, a sus familiares. Para ello, es esencial que existan

² Al amparo del Decreto 451/2003, de 26 de diciembre (DOG de 15 de enero de 2004).

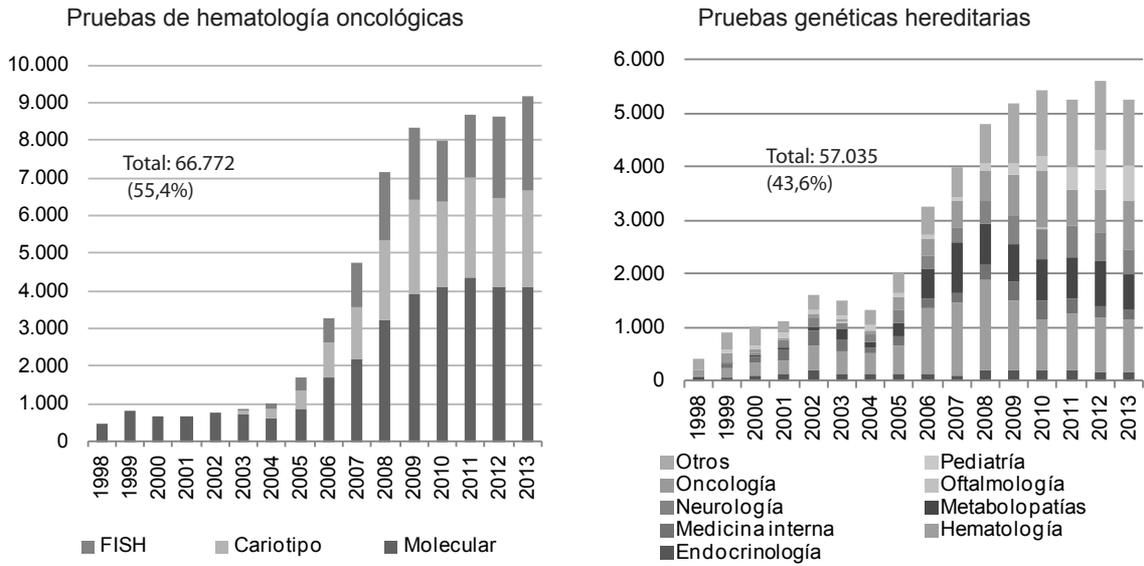
cauces de comunicación entre el personal que realiza las pruebas genéticas y los profesionales sanitarios que atienden a los pacientes. Ello constituye la piedra angular de un servicio de genética integrado en un sistema sanitario público. El diagnóstico genético no es el todo, sino solo una parte del consejo genético que ha de proporcionarse a las personas afectadas.

La necesidad de crear en Galicia una fundación pública obedeció a razones administrativas para poder centralizar el diagnóstico genético en un único centro. La razón fundamental de esta decisión estriba en que las enfermedades genéticas son raras, y la tecnología necesaria para su identificación, muy cara. Por ello, no tiene sentido atomizar esfuerzos en múltiples laboratorios que no conseguirían un número de pacientes suficiente para justificar su existencia. Con ese criterio se creó la FPGMX, a la que se le otorgó la competencia autonómica para garantizar el acceso en condiciones de equidad a pruebas genómicas demandadas por la práctica totalidad de especialidades médicas.

Con la creación de la FPGMX aparecieron nuevos retos; por una parte, dar respuesta a la demanda de los hematólogos para que en Galicia se pudiesen hacer estudios completos de los pacientes oncológicos que incluyesen la realización de hibridación fluorescente *in situ* (FISH) y de cariotipos; por otra, atender las necesidades asistenciales del área sanitaria compostelana y asesorar a los profesionales de otras áreas en la compleja interpretación del cariotipo prenatal. Desde el nacimiento de la FPGMX se han realizado más de 100.000 pruebas, 60.000 de las cuales fueron oncohematológicas, y el resto enfermedades hereditarias (gráfico 2). Este crecimiento en el número de pruebas solo ha sido posible gracias a la continua incorporación de nuevas tecnologías que han acelerado los procesos y, sobre todo, a la dedicación del personal de la FPGMX, la columna básica sobre la que se asienta la Fundación. En 2013, la plantilla fija dedicada a la actividad asistencial era de 22 personas: diez técnicos de laboratorio, diez titulados superiores, una enfermera y una persona responsable de administración. Las respuestas asistenciales que ha venido proporcionando la FPGMX han evolucionado de forma continua desde su creación. Se han creado nuevas áreas, como la farmacogenómica, y han aparecido nuevos desafíos técnicos, como la introducción de *arrays* o la secuenciación de nueva generación que, gracias

GRÁFICO 2

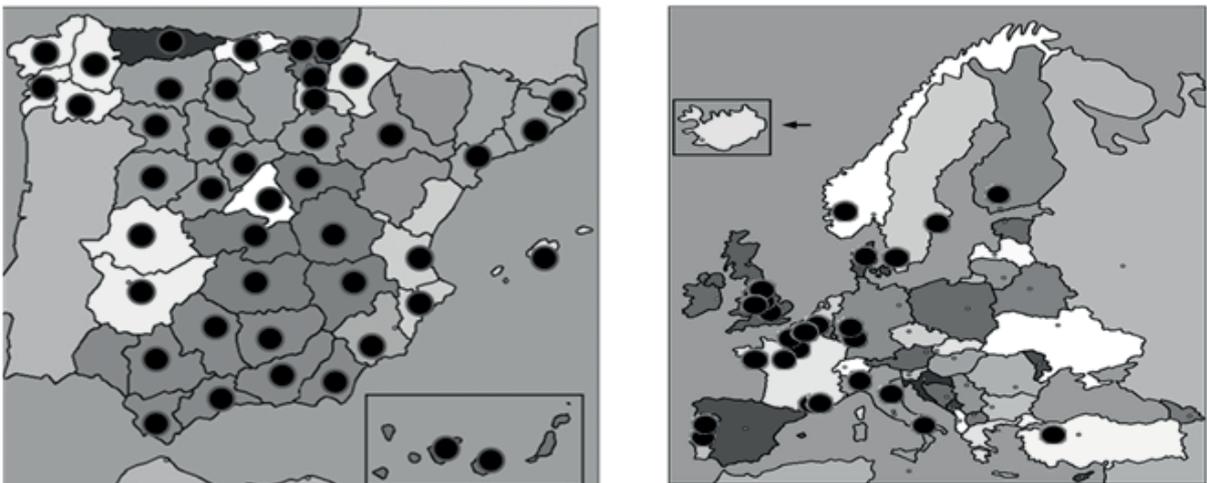
EVOLUCIÓN ANUAL DEL NÚMERO DE PRUEBAS REALIZADAS EN LA FPGMX APILADAS POR TIPO (IZQUIERDA) Y POR ESPECIALIDAD MÉDICA (DERECHA)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la FPGMX.

FIGURA 1

LA FPGMX COMO CENTRO DE REFERENCIA: PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS PARA ANÁLISIS



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la FPGMX.

al desarrollo de la bioinformática, proporcionan una ingente cantidad de información sobre el paciente que permite refinar los pronósticos y los tratamientos.

El trabajo conjunto de los clínicos con el personal de la FPGMX ha permitido que este instrumento al servicio de los pacientes gallegos se haya convertido en un referente tanto nacional como internacional. En la figura 1 se indican las comunidades autónomas y los países que remiten muestras a la FPGMX para su análisis. Se han recibido solicitudes para la realización de pruebas de países de tres continentes distintos: Europa, América y Asia. Y, dentro de Europa, son muchos los países que han confiado en la Fundación para analizar las muestras de sus pacientes.

dica no es una iniciativa exclusivamente pública, sino también una fuente de negocio privado que crea nuevos puestos de trabajo altamente especializados (Venter, 2014). Pero también ha sido una magnífica inversión para el sector público. Como se puede ver en el cuadro 2, los beneficios obtenidos en los Estados Unidos gracias al proyecto del genoma humano superan ampliamente las inversiones realizadas para su desarrollo.

4. LA MEDICINA GENÓMICA

El desarrollo de la medicina genómica es imparable. La continua adquisición de nuevos conocimientos hace más factible que un mayor número de enfermos, muy especialmente aquellos con enfermedades comunes, puedan beneficiarse de la información genética. Ello exige que la sociedad contemple esta especialidad como una realidad básicamente asentada. Muy propicio ha sido el reconocimiento oficial de la especialidad de genética, que permitirá la creación de una carrera profesional. Es esperanzador que la capacidad de la medicina genómica para generar puestos de trabajo tecnológicos altamente cualificados pueda repercutir positivamente en la contratación de jóvenes formados, con una elevada capacitación, cuya incorporación al sistema sanitario puede redundar en beneficio de todos. Por otra parte, la secuenciación completa del genoma de una persona y su aplicación biomé-

5. LA MEDICINA DE PRECISIÓN

En un artículo reciente, J. Larry Jameson (2014), presidente de la Asociación de Médicos Americana (AAP), tomaba prestado de Clayton Christensen, profesor de la Harvard Business School, el término *disruptive innovation* que podemos traducir por “innovación perturbadora”. El calificativo de perturbador no es negativo, solo indica que la innovación modifica de forma irreversible la manera en que se venían haciendo las cosas hasta ese momento. Los ejemplos son abundantes en la vida diaria: el ordenador personal o la fotografía digital, por citar alguno entre muchos. Todas estas innovaciones han supuesto el abandono de las prácticas anteriores. Así, la fotografía digital ha supuesto la desaparición de la fotografía tradicional, las cámaras con película prácticamente han dejado de ser objeto de consumo; el ordenador ha desplazado a la máquina de escribir, etcétera.

La práctica médica es muy reacia a las innovaciones, dada la necesidad de preservar ante todo la seguridad del paciente. La innovación médica es, por ello, un proceso muy lento y con una tasa de éxito baja, que no resulta nada fácil mejorar. La complejidad del organismo humano explica que cualquier modelo apriorístico tenga

CUADRO 2

INVERSIÓN Y BENEFICIOS ECONÓMICOS DEL PROYECTO GENOMA HUMANO EN ESTADOS UNIDOS

	Costo de desarrollo (miles de millones de \$)	Beneficios estimados (miles de millones de \$)
Proyecto Genoma Humano	3,8	798

Fuente: National Institutes of Health, 2015.

una utilidad muy limitada. Solo desde la experimentación clínica podemos saber si un nuevo procedimiento va a ser trasladable a la práctica diaria, y esto encarece enormemente los costes de desarrollo. Sí es posible, en cambio, potenciar la innovación médica aumentando el número de proyectos innovadores que inician su camino. Resulta razonable esperar que cuantos más proyectos innovadores existan, más posibilidades habrá de mejorar la asistencia clínica. Las ideas innovadoras surgen de la investigación fundamental y recorren un largo camino hasta llegar a la práctica clínica. Es un proceso piramidal que se asienta en una amplia base de proyectos originados en la investigación básica. Una de las mejores formas de acelerar la innovación en medicina –que es equivalente a decir mejorar el tratamiento de los pacientes– consiste en fomentar la investigación básica, fuente de la mayor parte de los procesos innovadores. Al final del camino, muy pocos proyectos mejoran radicalmente lo ya existente pero, cuando así sucede, su uso se generaliza rápidamente y los costes del desarrollo se recuperan ampliamente. A modo de ilustración puede citarse alguno de los ejemplos de “innovaciones perturbadoras” en el ámbito clínico del pasado reciente: la angioplastia y los *stents* en el tratamiento de la enfermedad coronaria, que sustituyeron a la cirugía coronaria; la cirugía mínimamente invasiva, que redujo sensiblemente las complicaciones de la cirugía tradicional; las técnicas de imagen 3D, que reemplazaron a la radiografía tradicional y, en el ámbito de la salud pública, la prohibición de fumar en público, que cambió los hábitos de millones de personas.

En la clínica, como ocurre en otros ámbitos, la introducción de una tecnología perturbadora supone el abandono de la previa. Es bueno, por tanto, prever qué innovaciones nos puede deparar el futuro a la hora de planificar adecuadamente los siempre escasos recursos sanitarios. Tres propuestas de Jameson pueden servir de ilustración: “la corrección del genoma”, que permitirá introducir la terapia celular en el tratamiento de enfermedades con base genética; el “mapeado cerebral”, herramienta básica para poder entender y abordar las enfermedades neurológicas y psiquiátricas, y el “diagnóstico personalizado”, que mejora las perspectivas del tratamiento de distintas enfermedades, especialmente el cáncer. En relación con este último punto cabe recordar que recientemente el Presidente Obama ha lanzado un gran proyecto conocido por el nombre que se ha venido en llamar la Iniciativa de Medicina de Precisión (*Precision*

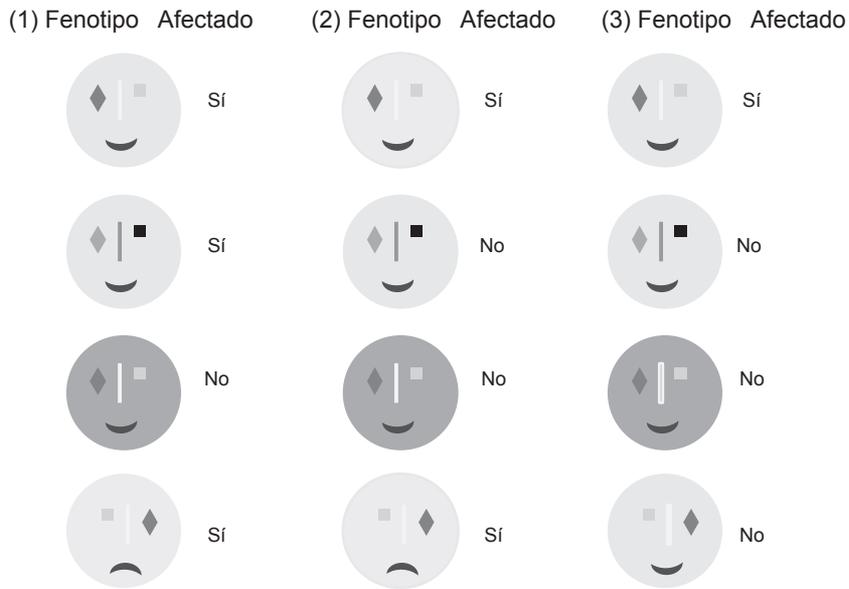
Medicine Initiative). Con el propósito de que su país “lidere una nueva era de la medicina”, Obama ha consignado 215 millones de dólares para generar una base de datos en la que se deposite información proveniente de un millón de voluntarios, y que incluya no solo los datos genéticos, sino también el microbioma (es decir, la comunidad de microbios residentes en el organismo) y factores ambientales que puedan contribuir a mejorar el conocimiento sobre cómo alcanzar tratamientos individualizados.

En sentido estricto, los objetivos no son nuevos. Lo que hace a este proyecto diferente de otros es la cantidad masiva de datos que pretende reunir. La propuesta ha sido respaldada tanto desde el ámbito científico –con dos premios Nobel entre sus valedores: Collins y Varmus (2015)– como desde el industrial. Pero, en primer lugar, es oportuno hacer aquí una aclaración terminológica: la medicina de precisión es descendiente directa de la medicina personalizada. Se cambió “personalizada” por “precisión” debido a la ambigüedad a la que daba lugar el término “personalizada”. Originalmente se utilizaba con la intención de resaltar el objetivo de ajustar el tratamiento en función de cada paciente, de personalizarlo. Sin embargo, para una gran mayoría, tanto de pacientes como de profesionales sanitarios, la medicina personalizada tiene que ver con el trato humano que se establece entre médico y paciente, acepción que parece haber acabado imponiéndose.

La figura 2 puede ayudar a entender mejor el significado de esta propuesta. Se analiza la relación existente entre el fenotipo (cada cara) y la afectación (padecer una enfermedad) en tres situaciones diferentes. En el primer caso, el color gris claro de la cara parece estar asociado con la enfermedad, ya que todos los enfermos tienen la cara gris claro y este es el único rasgo común a todos ellos. Además, el paciente sano no tiene la cara gris claro. Es un ejemplo típico de una enfermedad genética mendeliana, en la que la alteración de un gen (aquí se manifiesta por el color gris claro de la cara) es suficiente para que se desarrolle la enfermedad. En el segundo caso, la situación se complica, porque hay un paciente que tiene la cara gris claro y no padece la enfermedad; no obstante, es fácil comprobar que las personas afectadas tienen dos rasgos comunes, el color gris claro de la cara y el color blanco de la nariz. Cada uno de los rasgos por separado no es suficiente para que aparezca la enfermedad, solamente cuando están los dos presentes, la enfer-

FIGURA 2

ASOCIACIÓN ENTRE RASGOS FENOTÍPICOS Y DESARROLLO DE UNA ENFERMEDAD



Nota: Se entiende por “fenotipo” el conjunto de rasgos presentes en las caras (color de la cara y nariz, forma y colores de boca y ojos).

Fuente: Elaboración propia.

medad se manifiesta. En este caso, la alteración de un gen no es suficiente para que aparezca la enfermedad, pero incrementa considerablemente el riesgo de padecerla. En el tercer caso, ningún rasgo por sí solo es predictivo de la enfermedad, por lo que el estudio de los rasgos no proporciona información útil.

Observando más detenidamente los casos, se observa que, en el primero, los tres pacientes tienen la cara gris claro: posiblemente el médico se sentirá más seguro al emitir un diagnóstico basado en el color de la cara si los datos, en lugar de obtenerse en tres pacientes, se hubiesen obtenido en 100.000, y todos ellos, además, tuviesen la cara gris claro (aunque desde un estricto análisis lógico se pueda cuestionar tal afirmación). Por tanto, no es de extrañar el empeño del proyecto de la medicina de precisión de empezar reclutando ya a un millón de personas. Cuanto mayor sea la muestra estudiada, mejor se va a poder establecer la existencia de asociaciones. Por otra parte, con respecto al tercer caso se puede concluir que, en algunas situaciones, el estudio de determinados rasgos, por ejemplo genéticos, no es suficiente para predecir el riesgo de padecer la

enfermedad (Groop *et al.*, 2014; Ball, 2010; Maher, 2008). De ahí que la propuesta de la medicina de precisión haga acopio exhaustivo de otros datos para así tratar de establecer diagnósticos mejor fundados en un modelo más comprensivo. Una última consideración –quizá para un fisiólogo la más fundamental– es que la relación entre el rasgo que se asocia con el riesgo de padecer la enfermedad y la naturaleza de esta última es empírica. La asociación estadística no proporciona una explicación causal de la enfermedad. Es cierto que futuras investigaciones podrán acabar dando como fruto el establecimiento de alguna conexión, pero inicialmente ese no es el caso. Ello plantea un grave problema si, como se verá más adelante, se pretende en algunos casos sustituir al médico por un ordenador.

Cabe utilizar un ejemplo actual para tratar de presentar el escenario al que puede llevar la medicina de precisión. Las mujeres que son operadas de cáncer de mama en un estadio inicial tienen buen pronóstico, ya que una gran mayoría de ellas se pueden considerar curadas. Hay, sin embargo, un porcentaje bajo de pacientes en las que el proceso puede recurrir. Por eso, se acude a tratamientos coadyuvantes, como la quimio-

rapia, para acabar con las células tumorales residuales que, con el paso del tiempo, dan lugar a la recurrencia de la enfermedad. Lamentablemente hoy en día ninguno de los métodos diagnósticos tradicionales permite diferenciar aquellas mujeres curadas de las que tienen riesgo de recurrencia y que, por tanto, deben ser tratadas. Por precaución se ofrece el tratamiento a todas, pero si fuera posible discriminarlas, se evitaría tratar a aquellas mujeres que no lo necesitan.

Basándose en trabajos de investigación que analizaron el patrón de expresión de genes en muestras de tumores de múltiples pacientes, tres compañías diferentes, y de forma independiente, crearon modelos matemáticos para establecer el riesgo de recurrencia. Estos tests, que ya se comercializan, pueden llegar a ser muy útiles en la práctica clínica, porque permiten diferenciar a las mujeres con bajo riesgo de recurrencia de las que tienen alto riesgo. La aplicación práctica es inmediata; las mujeres con bajo riesgo pueden decidir con mayor seguridad si quieren ser tratadas o no con quimioterapia que, como es bien sabido, tiene efectos adversos indeseables. Si estos tests u otros similares en fase de desarrollo finalmente demuestran que son más útiles a la hora de tratar a las pacientes que las técnicas diagnósticas actualmente existentes, acabarán desplazándose de la práctica médica. Esto constituye un ejemplo claro de lo que es una innovación perturbadora.

Escenarios semejantes pueden llegar a generalizarse a otros tipos de enfermedades. Dadas las importantes consecuencias de cara al futuro, conviene conocer cómo se desarrollan estos tipos de test. Es necesario, en primer lugar, acumular un gran número de datos que permitan establecer, en una segunda fase, un modelo matemático robusto que prediga la evolución de la enfermedad o la respuesta del enfermo a un tratamiento, o incluso la selección, entre un abanico de medicamentos, del que resulte mejor para cada paciente. Solo se requieren, por tanto, dos pilares para desarrollar estos tests: 1) la base de datos que, en el caso de la Iniciativa de Medicina de Precisión, posiblemente sea de acceso público; y 2) el desarrollo del modelo matemático de regresión que permita evaluar el riesgo del paciente. Este segundo pilar es el que atrae a la industria. Es fácil imaginar un escenario no tan remoto; de hecho, ya se trabaja así con los tests de cáncer de mama previamente mencionados, en los cuales el personal sanitario toma una muestra de sangre –o del tejido, si se trata de

tumores–, lo envía a un laboratorio centralizado (que pertenece a la misma compañía que comercializa el test) y, una vez analizado mediante el programa informático, recibe el resultado final con el tratamiento recomendado. Pensando en enfermos crónicos, que según algunas estimaciones absorben el 50 por ciento del gasto sanitario total en España, la labor asistencial de seguimiento del paciente podría quedar reducida a la toma de sangre, presión arterial, peso, etcétera, parámetros todos ellos cuya obtención no requiere la intervención de un médico especialista y que, una vez adquiridos, son remitidos a un laboratorio central donde se evalúan los datos analíticos y, junto a los otros parámetros, se introducen en el ordenador que ajusta la medicación del paciente. Es posible, por consiguiente, que la decisión sobre el tratamiento del paciente acabe recayendo en el ordenador. Sin duda, aquellos capaces de desarrollar los mejores algoritmos van a encontrar magníficas posibilidades de negocio. No es de extrañar, por tanto, el interés que la propuesta del Presidente Obama ha despertado en el ámbito industrial. Pero también es igualmente cierto que aquellos países que no tengan desarrollada una tecnología acorde verán mermada su capacidad de decisión en un tema tan fundamental como es la salud. Parece necesario potenciar la investigación en semejantes iniciativas para no quedar retrasados en el desarrollo de esta innovación, que puede llegar a ser tremendamente perturbadora.

Evidentemente, el desarrollo de este proyecto va a requerir un impulso tecnológico paralelo que implique la convergencia de la genética, la informática y la imagen, junto con otras tecnologías, como pueden ser la separación e identificación de células, la epigenética, la proteómica y la metabolómica, que ya se están expandiendo rápidamente y ayudando a redefinir mejor la clasificación de las enfermedades, a menudo con importantes implicaciones de pronóstico y de tratamiento.

¿Cómo se puede potenciar esta iniciativa? De acuerdo con Weinshilboum (2015), los sectores sobre los que habría que actuar son: 1) los planes de estudio, que deberían introducir la bioinformática al objeto de proporcionar a los médicos y otros profesionales de la salud las herramientas necesarias para utilizar el material genómico; 2) la estandarización de las actividades de los biobancos, utilizando los mismos términos y plantillas, de modo que los biobancos sean universalmente útiles; 3) la creación de reposito-

rios de datos seguros, donde todas las instituciones puedan agrupar la información y beneficiarse de compartirla y, al mismo tiempo, proteger la privacidad del paciente; 4) el desarrollo de una nueva generación de registros médicos electrónicos que puedan almacenar de forma segura los datos de los pacientes y permitan interactuar fácilmente con los depósitos de almacenamiento de datos genómicos para facilitar la incorporación de la genómica en la atención médica de rutina; 5) el uso de la genómica para identificar fármacos que podrían ser utilizados como tratamientos; 6) la mejora de los incentivos para que los investigadores trabajen en equipos multidisciplinares, y 7), la creación de un centro nacional donde se crucen los datos de los pacientes con los procedentes de ensayos clínicos genómicos

de pacientes en lista de espera y los que, al final, logran ser trasplantados de riñón en la Unión Europea. Es bien sabido que en España el trasplante de órganos es una práctica ejemplar gracias a la labor desarrollada por la ONT y los profesionales sanitarios que trabajan en el sistema de salud. Pero la principal limitación de la actividad de la ONT deriva de las necesidades de órganos, que siguen lejos de ser satisfechas, por lo que muchos pacientes se encuentran en lista de espera para recibirlos.

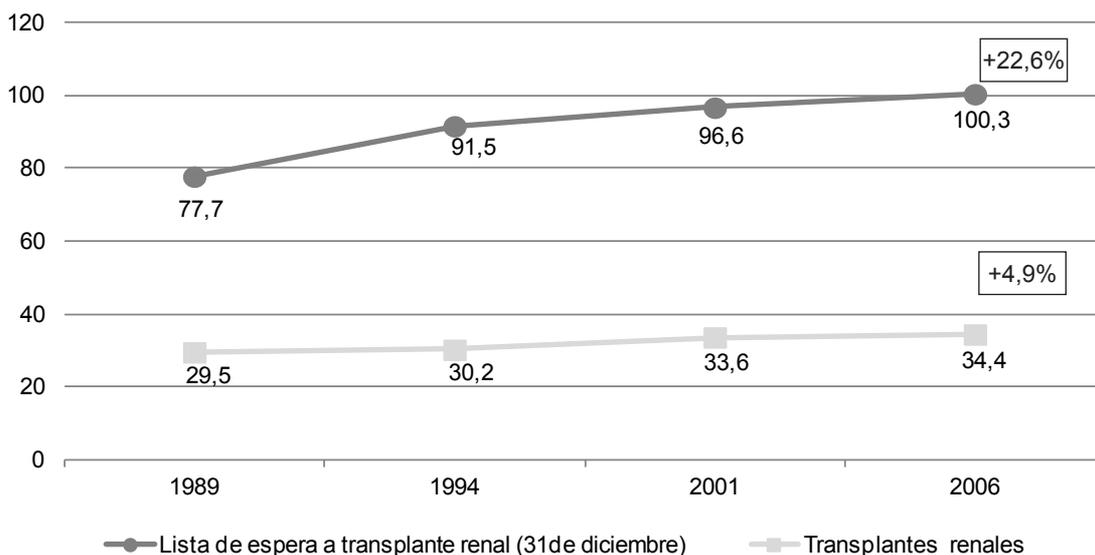
Desde hace mucho tiempo se ha tratado de paliar la falta de órganos mediante el desarrollo de métodos alternativos. La medicina regenerativa es la gran apuesta de futuro en este campo. Esta medicina parte del trabajo pionero de John Gurdon en anfibios, quien demuestra que la información necesaria para la creación de órganos está presente intacta en el núcleo de cualquier célula del animal adulto. Esta información se halla firmemente custodiada por mecanismos epigenéticos que impiden que se active de forma accidental. El acceso a esta información genética se encuentra blindado por una puerta que está abierta en la vida embrionaria, cuando

6. LA MEDICINA REGENERATIVA

En el gráfico 3, tomado de un informe de la Organización Nacional de Trasplantes (ONT), se aprecia el creciente desfase entre el número

GRÁFICO 3

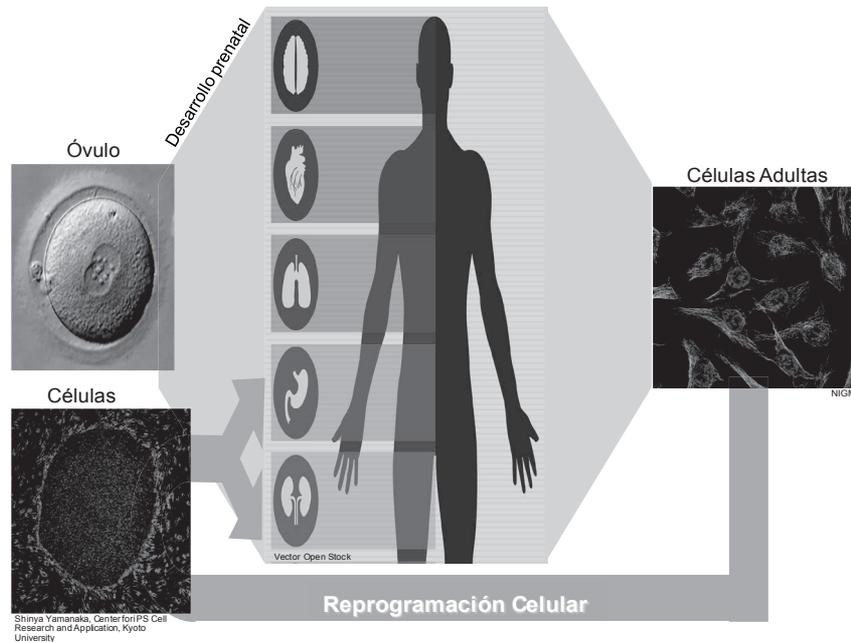
EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE PACIENTES DE LA UNIÓN EUROPEA EN LISTA DE ESPERA DE TRASPLANTE RENAL Y DEL NÚMERO DE PACIENTES TRASPLANTADOS (POR MILLÓN DE POBLACIÓN)



Fuente: ONT (<http://www.ont.es/infesp/Paginas/DocumentosdeConsenso.aspx>).

FIGURA 3

LA REPROGRAMACIÓN CELULAR FUENTE DE TEJIDOS U ÓRGANOS



Fuente: Elaboración propia.

se produce la formación de los órganos, y que se cierra con siete candados al acabar el desarrollo. Shinya Yamanaka encontró la llave que puede abrir la puerta, un hallazgo que le supuso el Premio Nobel compartido con Gurdon. La esperanza es, por tanto, que, con la llave de Yamanaka u otras equivalentes, sea posible, a partir de una célula adulta (quizá las obtenidas al frotar con un hisopo la mucosa de la boca), generar los órganos repitiendo en el laboratorio de forma controlada los procesos de organogénesis que se producen durante el desarrollo embrionario (figura 3). El nuevo órgano podría sustituir al órgano dañado en el enfermo afectado. Esta tecnología ofrece enormes ventajas, ya que evita el rechazo inmunológico y, además, de un mismo paciente se pueden obtener ilimitadamente nuevos órganos en el caso que fracase un trasplante anterior.

A pesar de que las batallas por las patentes están sembrando de obstáculos su desarrollo comercial (Carey, 2011), la investigación debe continuar para poder trasladar cuanto antes estos avances a la práctica clínica.

7. CONCLUSIÓN

La innovación en medicina debe ser permanente. Algunas novedades son tan decisivas que cambian definitivamente la manera en que se trata al paciente. Lamentablemente, los avances que benefician a los pacientes no son tan frecuentes como todos desearíamos. Hay, sin embargo, una puerta abierta a la esperanza y consiste en potenciar la innovación tecnológica fomentando la investigación básica. Las ideas que van a dar lugar a los grandes avances que cambian la práctica médica han surgido y dado sus primeros pasos en un laboratorio básico. Esta primera etapa no se puede abandonar si después se pretende recoger el fruto del avance tecnológico. Promover la investigación básica es una fuente de creación de riqueza que en el campo médico redundará en beneficio de los enfermos. Dada su importancia social y económica, no se puede confiar exclusivamente a la gestión gubernamental; es necesario el compromiso y apoyo de todos.

BIBLIOGRAFÍA

BALL, P. (2010), "Bursting the genomics bubble", *Nature*, 31 de marzo (<http://www.nature.com/news/2010/100331/full/news.2010.145.html>).

CAREY, N. (2011), *The Epigenetics Revolution: How Modern Biology is Rewriting Our Understanding of Genetics, Disease and Inheritance*, Londres, Icon Books.

COLLINS F.S. y H. VARMUS (2015), "A new initiative on precision medicine", *The New England Journal of Medicine*, 372(9): 793-5.

FEERO, W.G.; GUTTMACHER, A.E. y F.S. COLLINS (2010), "Genomic medicine--an updated primer", *The New England Journal of Medicine*, 362(21): 2001-11.

GROOP, L. y F. POCIOT (2014), "Genetics of diabetes--are we missing the genes or the disease?", *Molecular and Cellular Endocrinology*, 382(1): 726-39.

JAMESON, J.L. (2014), "Disruptive innovation as a driver of science and medicine", *Journal of Clinical Investigation*, 124(7): 2822-2826.

MAHER, B. (2008), "Personal genomes: The case of the missing heritability", *Nature*, 456(7218): 18-21.

NG, P.C.; MURRAY, S.S.; LEVY, S. y J.C. VENTER (2009), "An agenda for personalized medicine", *Nature*, 461(7265): 724-726.

OMIM (Online Mendelian Inheritance in Man, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/omim>).

VENTER, J.C. y A.J. BEARD (2014), "Craig Venter, the biologist who led the for-profit effort to sequence the human genome, shares his thoughts on commercializing science", *Harvard Business Review*, 92(9): 132.

WEINSHILBOUM, R. (2015), "Precision medicine: Expert describes next steps to help more patients benefit", *Science Daily*, 26 de enero (<http://www.sciencedaily.com/releases/2015/01/150126095319.htm>).

Las Lanzaderas de Empleo y Emprendimiento Solidario: claves de una iniciativa de innovación social en desarrollo

JOSÉ MARÍA PÉREZ GONZÁLEZ (PERIDIS)*

RESUMEN

El desempleo es el mayor problema que tiene hoy la sociedad española, y no es solo un problema del gobierno, sino de toda la sociedad. Los desempleados no constituyen el problema; antes bien, son un recurso extraordinario, sobre todo en estos momentos en que hay desempleados sumamente capacitados. Las fórmulas-soluciones del pasado no sirven para resolver los problemas del presente y del futuro, porque los agentes y las circunstancias han cambiado y ya no son los de antes. La propuesta de las Lanzaderas se basa en la búsqueda activa de empleo y la ayuda mutua entre desempleados, en la convicción de que pueden mejorar su situación anímica y personal, y también su actitud y aptitud ejercitándose a diario para mejorar sus conocimientos, habilidades y capacidades en este “tiempo muerto”. Apoyados por la sociedad civil y por las instituciones, trabajando en equipo en las Lanzaderas, un buen número de ellos ha conseguido ya un empleo.

a llevar a buen puerto, decidí pasar a la acción cuando recibí un simple papel de la oficina de empleo. Nunca llegué a pensar que una charla pudiera tener tanto poder de convicción como la que se presentó aquel día en el que acudí por primera vez a la Lanzadera de Piélagos. Si algo estoy descubriendo a través de ella es que hasta ahora hemos sido náufragos de nuestro propio destino, pero, con ayuda de los compañeros y potenciando nuestras propias capacidades que creíamos no existían (aunque dormitaban en algún lugar de nuestro interior), podemos llegar a manejar nuestro timón y ser los capitanes de nuestra fragata. Y es que, aunque suene poético, este es el sentido en sí de la Lanzadera; el ayudarnos los unos a los otros, tanto en equipo como de manera individual, para afrontar desde otra perspectiva la búsqueda de empleo, dotándonos de herramientas que refuerzan nuestra manera de afrontar las marejadas que tiene la vida”

(Cristina Solano, Lanzadera de Piélagos, 2015)

En la primavera de 2014, el comisario de Empleo de la Unión Europea, el húngaro Laszlo Andor, se encontraba en Bilbao de visita oficial. Después de entrevistarse con las autoridades, iba a celebrar un encuentro de sobremesa con diversas asociaciones y fundaciones, especialmente preocupadas por el desempleo juvenil en España, que habían sido convocadas por la Fundación Novia Salcedo. Los anfitriones tuvieron la gentileza de invitar a la Fundación Santa María la Real al evento, para que, en mi calidad de presidente, explicara muy brevemente al comisario el

1. INTRODUCCIÓN

“Tras reprocharme diariamente las palabras que siempre resonaban en mi cabeza, como si de un mantra se tratase, “adónde vas tú ahora y con tus años...”, y ver que esos pensamientos no te van

* Arquitecto, humorista y escritor, (peridis@gaforidis.e.telefonica.net).

proyecto de Lanzaderas de Empleo y Emprendimiento Solidario (LEES) que acababa de poner en marcha en Cantabria hacía unos pocos meses, junto con el Servicio Cántabro de Empleo y diversos ayuntamientos.

Explicar un invento en inglés, en cinco minutos, a las cuatro de la tarde, a un comisario húngaro que, con toda seguridad, viene de degustar una excelente y acaso copiosa comida en un buen restaurante vasco, es francamente difícil. Pero hacerlo después de que ocho entidades similares hayan referido la problemática de sus actuaciones, se me antojaba misión imposible. Por ello, hubo que tirar de creatividad para captar su atención.

A veces resulta difícil hacer que un interlocutor entienda en qué consiste una Lanzadera, y por ello solemos recurrir a explicarlo “negativamente”, precisando lo que no es esta experiencia, y lo que no caracteriza a los que participan en ella. Por tanto, se puede establecer que los participantes:

- no son parados, están desempleados;

- no asisten obligatoriamente, sino voluntariamente a las reuniones, aunque no cobran;
- no son invisibles, están presentes en las redes sociales y en los medios de comunicación, y organizan eventos para darse a conocer;
- no están inactivos, están ejercitándose y trabajan en equipo;
- no son alumnos, son protagonistas;
- no están en un aula, sino en una oficina;
- no hacen un curso, sino prácticas y dinámicas;
- no acuden de vez en cuando, tienen un horario y un compromiso;
- no esperan a que les coloquen, hacen intermediación laboral;
- no están solos, les apoyan y acompañan voluntarios *pro bono* de las empresas;

FIGURA 1

LAS LANZADERAS DE EMPLEO Y EMPRENDIMIENTO SOCIAL
(1 DE 4)



Fuente: Elaboración propia (Peridis, 2014).

- no se entristecen cuando tardan en encontrar trabajo, se alegran de que lo encuentren sus compañeros, porque ha sido gracias al esfuerzo de todos;
- no tienen un director, sino un coordinador, *coach* o entrenador profesional, que es el único que cobra por su trabajo.

Como quiera que este discurso no era el más apropiado para aquella reunión de sobremesa, y teníamos que encontrar el modo de atraer la atención del comisario Andor antes de que le entrara la “modorra posalmuerzo”, se nos ocurrió a Álvaro Retortillo y a mí que, para contar lo que era diferente, había que exponerlo de modo diferente; para explicar que era innovador, había que hacerlo de forma innovadora, y para que recordara nuestra propuesta en el futuro, teníamos que atraer su atención durante cinco minutos. Por ello, forzado por la necesidad, viendo unos momentos antes de entrar en la sala de reuniones que esta disponía de una pequeña pantalla de proyección, con unos pocos folios y unos rotuladores realicé a vuelapluma cuatro dibujos explicativos que fueron escaneados inmediatamente y trasladados al portátil.

La primera viñeta, en la que se ve a los desempleados pidiendo socorro en el mar a punto de ahogarse o de hundirse en la desesperación, sorprendió al comisario que la recibió con una sonrisa (figura 1).

En la segunda viñeta, los desempleados, guiados por un entrenador, han formado un equipo y están remando al unísono en una trainera hacia la orilla en busca de empleo. Pero no se encuentran con una playa, sino con un acantilado por el que hay que ascender para encontrar el empleo deseado. Necesitan mejorar la actitud y la aptitud para el trabajo (figura 2).

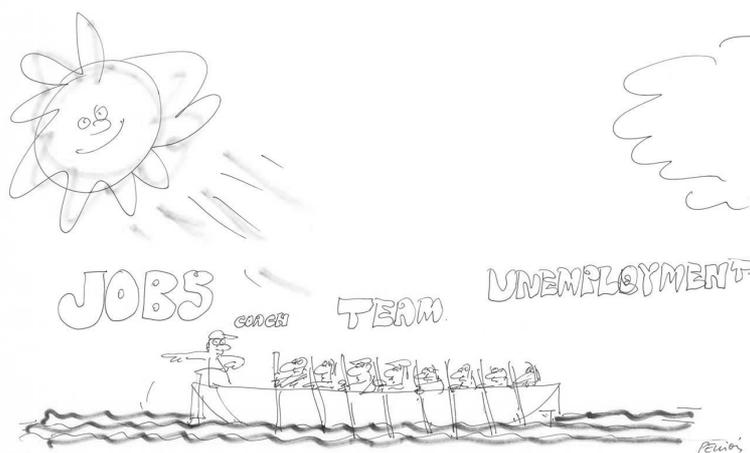
En la tercera viñeta se aprecia que han formado una cordada y están subiendo a la meseta ayudándose unos a otros (figura 3).

En la cuarta viñeta se puede ver que la sociedad no es ajena a la aventura de su inserción profesional porque han acudido en su ayuda voluntarios de empresas, asociaciones y fundaciones, etcétera (figura 4).

Para mi sorpresa, el comisario se puso de pie y empezó a sacar fotografías desde la primera

FIGURA 2

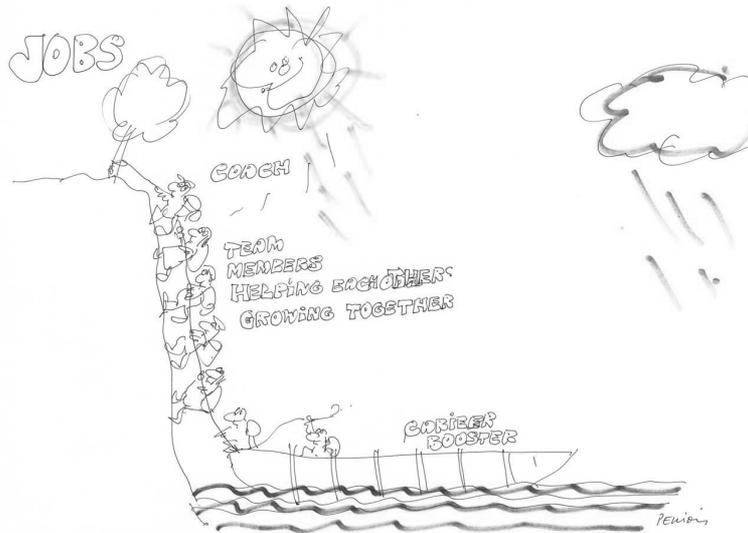
LAS LANZADERAS DE EMPLEO Y EMPRENDIMIENTO SOCIAL
(2 DE 4)



Fuente: Elaboración propia (Peridis, 2014).

FIGURA 3

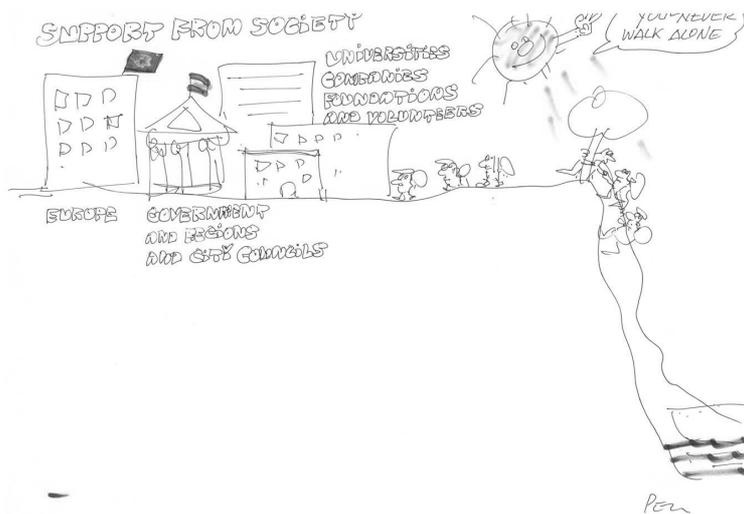
LAS LANZADERAS DE EMPLEO Y EMPRENDIMIENTO SOCIAL
(3 DE 4)



Fuente: Elaboración propia (Peridis, 2014).

FIGURA 4

LAS LANZADERAS DE EMPLEO Y EMPRENDIMIENTO SOCIAL
(4 DE 4)



Fuente: Elaboración propia (Peridis, 2014).

a la última de las viñetas, solicitó una copia de los dibujos y pidió algunas precisiones que complementarían la exposición gráfica. Es indudable que fijó su atención porque tanto el comisario Joaquín Almunia como la ministra Fátima Báñez o el eurodiputado Alejandro Cercas me han atestado que el comisario Andor les había preguntado por la marcha de las Lanzaderas, contándoles cómo tuvo noticia del proyecto.

Aquellas viñetas realizadas *ad hoc* y que acompañan al presente artículo me han servido muchas veces para explicar lo que son y lo que pretenden las Lanzaderas.

2. ANTECEDENTES: LAS ESCUELAS-TALLER DE LOS AÑOS OCHENTA

En el año 1985, durante el primer gobierno de Felipe González, se inició en Aguilar de Campoo el programa de las Escuelas-Taller, que, enseguida, se convirtió en la política activa más importante del ejecutivo español. Había por entonces más de un 20 por ciento de desempleados y la mitad de los jóvenes estaban en esta situación, muchos de ellos deambulando por las calles de pueblos y ciudades, sin oficio ni beneficio. Por entonces, desde la Asociación de Amigos del Monasterio de Santa María la Real de Campoo se estaba impulsando la recuperación del cenobio de la villa galletera.

Como las administraciones competentes carecían de recursos, propusimos al ministro de Trabajo, Joaquín Almunia, poner en marcha un programa innovador, recuperando jóvenes, oficios y patrimonio bajo la fórmula de aprender haciendo y hacer aprendiendo. Era realmente lo que ahora se llama la formación dual. Los beneficiarios serían jóvenes de ambos sexos de 16 a 25 años. Cada Escuela-Taller tendría una duración máxima de tres años máximo. Los participantes tendrían un contrato de formación y cobrarían aproximadamente la mitad del salario mínimo. La financiación correría a cargo del INEM y del Fondo Social Europeo. Se recuperarían edificios públicos y se realizarían trabajos de utilidad colectiva en colaboración con ayuntamientos, fundaciones y organismos públicos.

Las primeras Escuelas-Taller se ubicaron en el Monasterio de Aguilar y en San Benito de Valladolid. El programa creció de tal manera

que, a los pocos años, había mil Escuelas-Taller y casas de oficio en toda España y una treintena en América Latina, ubicadas en las principales ciudades Patrimonio de la Humanidad. En los treinta años transcurridos, se han creado más de 7.500 Escuelas-Taller en todo el mundo, con cerca de un millón de participantes.

Cuando las consecuencias de la actual crisis incrementaron el número de parados hasta las cifras que todos conocemos, se comprobó que el Servicio Público de Empleo estaba totalmente desbordado por la avalancha de desempleados que acudían a sus oficinas, a los que era imposible atender y, mucho menos, recalificar. Es cierto que determinados colectivos necesitaban una formación de carácter profesional, pero había muchas personas con formación, experiencia y talentos que no encontraban acomodo en las políticas activas de empleo. En este tiempo me desazonaba que en tertulias, editoriales y columnas de opinión se dijera que poco o nada se podía hacer hasta que no se recuperara la demanda.

Los que promovimos las Escuelas-Taller nos dábamos cuenta de que el paro, percibido por la población como el primer problema de España¹, no era solo un problema del gobierno, sino que lo era de toda la sociedad, y que desde esta última tenían que salir soluciones para atajarlo o para ayudar a los desempleados a buscar empleo mediante ayudas directas o propuestas y soluciones innovadoras.

Todos tenemos en nuestro entorno amigos y familiares que sufren en sus carnes y en su dignidad el zarpazo del desempleo y la acción demoledora que para su autoestima ejerce esta desgracia –al igual que la destrucción que sufren las casas cuando llevan un tiempo deshabitadas–, principalmente por el desánimo que causa la búsqueda inútil y en solitario, un día tras otro, de un empleo que no se ve por ninguna parte. Las consecuencias psicosociales del desempleo, que tan perniciosos efectos genera, trascienden lo meramente económico. Es claro que la economía personal y familiar se ven severamente afectadas por una situación vital tan compleja, pero otros factores como la autoestima, el estatus y las relaciones sociales, el sentimiento de autoeficacia y la propia identidad de la persona

¹ Así lo ponen de manifiesto, desde hace años y mes tras mes, los barómetros del Centro de Investigaciones Sociológicas (www.cis.es).

se ven severamente afectados, tal y como han mostrado numerosos estudios (Acevedo, 2014; Jahoda, 1987). Por tanto, en un contexto en el que no se generan oportunidades y ante un problema tan complejo, con tantas aristas, ¿qué se puede hacer?

3. LA NECESIDAD DE UN NUEVO ENFOQUE

La mayor parte de las veces, las soluciones a problemas del pasado no sirven para resolver los problemas del futuro, porque los agentes y las circunstancias son distintos, máxime en un contexto tan cambiante y turbulento como el actual. Yo tenía en mente la exitosa experiencia de las Escuelas-Taller, pero no ignoraba que, a diferencia de lo que ocurría en los años ochenta, en la actualidad hay desempleados muy preparados y de los más variados sectores y profesiones, desde directivos y dueños de empresas, a ingenieros, arquitectos, economistas, abogados, comerciales, administrativos, pasando por licenciados y técnicos de nuevas profesiones (comunicación, *marketing*, recursos humanos, diseño, nuevas tecnologías, etcétera). Además, intuía que, dado el excedente de mano de obra en el sector de construcción y la carencia de fondos para financiarlas, era inviable repetir la fórmula de las Escuelas-Taller para atender a muchos desempleados en la presente crisis. Pero convencido de que se podían aprovechar valores como el aprendizaje en común y el trabajo en equipo de aquella experiencia, me dije: ¿por qué no entrenan mientras están desempleados? ¿Por qué no aumentan sus conocimientos, habilidades y capacidades en este tiempo muerto ayudándose los unos a los otros y trabajando en equipo?

Resulta evidente que es mucho más fácil encontrar trabajo a alguien que está preparado y “en forma”, y es parte de un equipo de buscadores activos de empleo, que a otro que está solo y desorientado y completamente desanimado por la inutilidad de sus gestiones. El poder del equipo frente al aislamiento y la lucha en solitario: sobre este trasfondo surgió la idea de las LEES.

Pero qué harán los desempleados en las Lanzaderas, nos preguntaban. Porque en las Escuelas-Taller trabajaban y aprendían restaurando monumentos. Encontramos la respuesta cuando convinimos en que su trabajo era buscar trabajo,

o sea; su parecido con las Escuelas-Taller estriba en que ahora, en lugar de restaurar monumentos, personas restauran a personas, mientras buscan trabajo todos para todos. La diferencia radica en que entonces cobraban por su trabajo, pero ahora no cobrarán porque no hay recursos, y porque son voluntarios, y lo que hacen por los demás lo hacen desinteresadamente.

Sabíamos que no se podía jugar con el tiempo y con la ilusión de los desempleados; por ello, debían disponer de una oficina fija donde reunirse y trabajar, y que un entrenador o *coach* responsable y único asalariado (también procedente del desempleo) se ocupara, con la participación de las entidades concernidas (ayuntamientos, fundaciones, servicios públicos de empleo) de convocar y seleccionar a los participantes para que el equipo fuera multidisciplinar y de distinta capacitación, edad y sexo, de forma que fuera representativo del desempleo existente. El coordinador sería el responsable de realizar las dinámicas grupales e individuales y de otras muchas actividades, con el fin de conseguir la finalidad del trabajo en equipo, que no es otra que la de que todos los participantes encuentren trabajo o que monten un negocio aquellos dispuestos a ello.

En esta propuesta había una filosofía nueva en relación con los desempleados que enfocaba el problema del paro desde otra óptica. El paro es el problema, pero los desempleados son la solución, porque son un recurso de extraordinario valor. Las Lanzaderas pretendían añadir valor a los desempleados. La fórmula mágica era “hazlo tú mismo”, pero “ayúdate, ayudando a tus compañeros”. Significaba, ni más ni menos, que “pasar de lo asistencial a lo existencial”. Tomar conciencia de que encontrar empleo depende en gran parte de uno mismo, de encontrar el modo de buscarlo activamente.

Los participantes tendrían que pasar de sentirse víctimas a ser protagonistas, de culpabilizar a agentes externos y/o a sí mismos, a afrontar el futuro con confianza y valentía; como establece Rafael Echeverría (2008), pasar del resentimiento a la aceptación cuando se mira hacia el pasado, y pasar de la resignación a la ambición cuando se mira el presente y el futuro. El mero hecho de salir de casa para ayudar a otros haría sentirse útiles a los desempleados que participaran voluntariamente en esta iniciativa. Con este planteamiento solidario de ayuda mutua se podría desarrollar una nueva metodología para

un proyecto innovador que debería conseguir la transformación de las personas ayudándolas a ser mejores como profesionales, y mejores como seres humanos para poder encarar de una forma creativa el reto de adaptarse y participar en una sociedad que se enfrenta a un cambio vertiginoso, y no quedar descolgados de este cambio. Pero todo ello, además, se aborda desde una óptica tremendamente profesional. No se trata meramente de grupos de autoayuda, ni de clubes de empleo, sino de un equipo articulado y comprometido.

¿Qué es entonces esa innovación social llamada Lanzadera de Empleo y Emprendimiento Solidario? Una empresa colaborativa, formada por un equipo de desempleados voluntarios, visibles, activos y solidarios, que trabajan juntos para encontrar un trabajo todos para todos, mejorando su actitud y su aptitud.

miento y la actualización de competencias profesionales y personales mediante una formación transversal de carácter práctico. Las Lanzaderas se basan en un espíritu solidario de colaboración, y funcionan mediante una forma que se asimila a una empresa-cooperativa. Los participantes se comprometen a trabajar conjuntamente, a ayudarse mutuamente para encontrar empleo, montar sus propios proyectos y mejorar su cualificación profesional. Para ello, cuentan con la ayuda de un coordinador-coach, la persona que planta las semillas para que cada cual pueda crecer profesional y personalmente. Esta persona está convenientemente seleccionada, preparada y formada en técnicas de *coaching*, recursos humanos y desarrollo de la empleabilidad, emprendimiento, liderazgo, etcétera. Se trata de la única persona contratada del equipo y debe tener plena dedicación profesional.

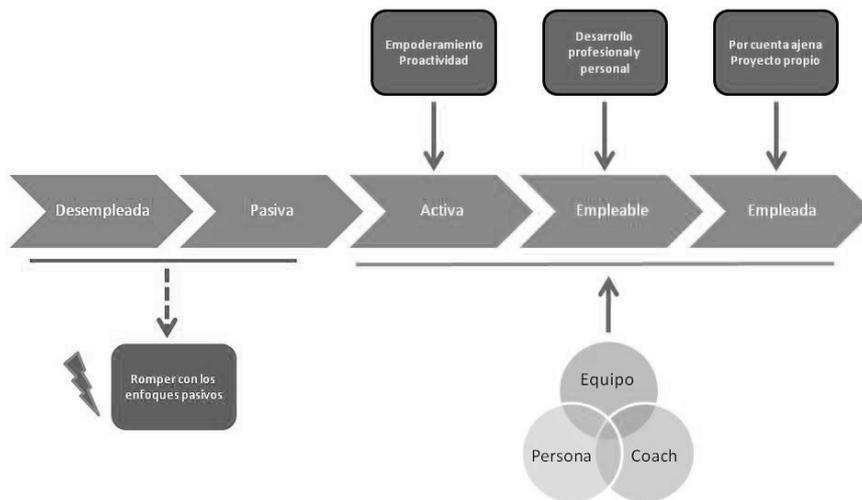
Cada Lanzadera tiene un horario fijo y el compromiso de acudir puntualmente al "lugar de trabajo". Sus miembros actúan como los mosqueteros: "uno para todos y todos para uno". Cada persona busca trabajo para sí misma y para los demás, y los demás buscan trabajo para sí mismos y para esa persona. Todos se forman y todos se desarrollan mutuamente.

4. METODOLOGÍA: EL COACHING Y SUS OBJETIVOS

En las LEES se busca empleo por cuenta ajena, pero también se promueve el emprendi-

FIGURA 5

EL PROCESO DEL DESEMPLEO AL EMPLEO MEDIANTE LAS LEES



Fuente: Elaboración propia.

Las LEES se asientan sobre la metodología del *coaching*, una poderosa herramienta que posibilita que las personas sepan mirar dentro de sí mismas, conocerse mejor y poner sus competencias al servicio de los demás y al servicio del objetivo base: la búsqueda de empleo y el desarrollo de proyectos propios de emprendimiento. El enfoque del *coaching* es tanto individual como sistémico, y se practica transversalmente con metodologías orientadas al despliegue de competencias, estrategias activas de búsqueda de empleo, creación de redes y contactos profesionales, desarrollo de inteligencia emocional, orientación profesional, emprendimiento, formación, técnicas de creatividad, etcétera. Se busca, además, que las personas adquieran competencias clave para el mercado de trabajo: organización, planificación, competencias digitales, trabajo en equipo, iniciativa personal y flexibilidad, entre otras. Todo ello tiene lugar en espacios adecuadamente preparados para optimizar este tipo de trabajo, dotados con los medios suficientes para desarrollar las distintas fases, tareas y funciones del proyecto. La aplicación de esta metodología busca:

- 1) Impulsar el desarrollo personal, reforzando o restaurando la autoestima, mediante un programa de trabajo, basado en el apoyo mutuo, que permita un desarrollo de la inteligencia emocional de las personas y que, en último término, tenga siempre presente una mejora de sus valores personales. Todo ello se realiza con un enfoque de trabajo en equipo, una de las "metacompetencias" más demandadas en el mercado de trabajo y un elemento básico para el crecimiento personal. Además, se trabaja también para mejorar la proactividad y la iniciativa personal.
- 2) Mejorar la empleabilidad de los participantes, a través del trabajo sobre las competencias y actitudes de la persona, el establecimiento de un plan de desarrollo y de búsqueda activa ajustado a las necesidades individuales, pero tomando el equipo, la solidaridad y el compromiso como elementos de referencia. Para mejorar la empleabilidad, se realiza un trabajo de identificación y descubrimiento de las competencias de la persona y se compara su objetivo profesional con lo que el mercado demanda. Se realiza un acompañamiento profesional que potencia

los enfoques novedosos ("empleo 2.0.") y la búsqueda activa de empleo; se trabajan elementos como el CV, la carta de presentación y las entrevistas de trabajo. Se analiza el mercado en función de los integrantes de la Lanzadera y el contexto particular en el que opera. Se elabora un mapa de empleabilidad que permita a los participantes ponerse en contacto con los empleadores para conocer sus necesidades y la oferta de puestos de trabajo. Este itinerario supone un cambio radical respecto a las políticas públicas vigentes hasta el momento, ya que hacen que la persona desempleada se posicione activamente frente al mercado de trabajo, sin esperar pasivamente detrás de un ordenador o haciendo que sean otros (por ejemplo, los orientadores) los que realizan la prospección de ofertas por ellos. Se trabaja la elaboración de redes y nodos de contactos profesionales. Se realiza una intermediación con las empresas, con visitas para que conozcan el proyecto y los candidatos a puestos de trabajo, para identificar sus necesidades corporativas, etcétera.

- 3) Fomentar el espíritu emprendedor, y desarrollar un modelo, tanto personal como técnico, dirigido a aquellas personas que quieran desplegar un proyecto propio. Para ello, se toman en consideración los últimos modelos y paradigmas de la aportación de los trabajadores a la empresa, referidos al desarrollo de ideas, a la creatividad, la personalidad, la cooperación y la solidaridad, entre otros recursos. Se ponen en marcha dinámicas para la identificación y el desarrollo de competencias emprendedoras. Se identifican necesidades y oportunidades en el entorno. Se generan ideas de negocio (aplicando, por ejemplo, técnicas de creatividad) y se establecen modelos para su desarrollo. Aquellas ideas maduras y/o con personas decididas a su puesta en marcha se plasman en un plan de empresa. La Lanzadera recibe, además, la visita de profesionales y emprendedores.
- 4) Establecer cauces de conexión con el entorno tendentes a la visibilidad y solidaridad de y con el resto de la sociedad, toda vez que el trabajo no se limita al círculo base de la Lanzadera en cuestión, sino que se conecta con el de otras LEES para cubrir mayores espacios territoriales y de

actividad profesional. En este sentido, se fomenta la organización de actividades y eventos (tales como foros de empleo y emprendimiento), encuentros entre LEES y colaboraciones solidarias (por ejemplo, bancos de alimentos y donación de sangre). En tanto sistemas abiertos, las Lanzaderas se abren al exterior para que profesionales *senior*, empresarios y expertos, entre otros, puedan aportar sus conocimientos y su forma de ver el trabajo y la vida a través del voluntariado.

Y, sobre todo, las Lanzaderas tratan de conseguir que los participantes refuercen y consoliden su capacidad de ser todo lo buenas personas y competentes que sean capaces, siendo depositarias de los valores de solidaridad, responsabilidad, educación cívica, amor al trabajo bien hecho, compromiso, generosidad y lealtad. Las LEES se centran tanto en el desarrollo profesional como en el personal: en las personas y en el equipo. Como escribió Isaac Newton a finales del siglo XVII, "si he logrado ver más lejos, ha sido porque he subido a hombros de gigantes".

5. EXPERIENCIAS PUESTAS EN MARCHA

El Programa Lanzaderas se aplicó en cinco experiencias piloto durante 2013: cuatro en Cantabria y una en Aguilar de Campoo (Palencia). Las Lanzaderas de Cantabria se implementaron gracias a la colaboración del Gobierno de Cantabria, que impulsó la puesta en marcha de Lanzaderas en Santander, el Astillero, Torrelavega y Castro Urdiales. La Lanzadera de Aguilar de Campoo fue fruto de un acuerdo de colaboración entre la Fundación Santa María la Real y la Fundación Profesor Uría, y se gestionó directamente por la primera.

El Gobierno de Cantabria ha promovido en 2014 ocho nuevas Lanzaderas en Castro Urdiales, El Astillero, Santander, Torrelavega, Camargo, Laredo, Piélagos y Los Corrales de Buelna. A ellas hay que añadir las tres LEES que ese mismo año se han desarrollado en la provincia de Palencia, promovidas por la Fundación Santa María la Real, financiadas por la Obra Social "la Caixa" y

FIGURA 6

LANZADERAS DE EMPLEO Y EMPRENDIMIENTO SOLIDARIO DESARROLLADAS O EN DESARROLLO (JUNIO DE 2015)



Fuente: Elaboración propia.

en colaboración con la Fundación San Cebrián; diez nuevas Lanzaderas en San Fernando de Henares, Sant Boi, Rivas Vaciamadrid, Valladolid y Villamuriel de Cerrato, financiadas por Barclays; ocho financiadas por la Fundación Andalucía Emprende y quince por la Fundación Telefónica, así como también algunas más en Sevilla, Logroño, Carcaixent (Valencia) y Valdepeñas, financiadas por diferentes instituciones privadas y públicas.

Durante 2015, el programa ha seguido creciendo, extendiéndose a más puntos de la geografía nacional, gracias a la colaboración de diversas instituciones. Así, la Fundación Telefónica impulsa 35 nuevas LEES; el Gobierno de Cantabria, diez, y el de la Región de Murcia, siete; mientras que la Fundación Andalucía Emprende ha ofrecido respaldo a otras 16. Se estima que, a mediados de 2015, el Programa Lanzaderas haya llegado a más de 2.500 personas en toda España, además de comenzarse alguna experiencia piloto en el extranjero (figura 6).

La meta que nos hemos propuesto desde Santa María la Real-Fundación del Patrimonio, es incorporar a más países y entidades a la financiación y el desarrollo del Programa, con el fin de alcanzar en el año 2020 la cifra de mil Lanzaderas y más de 20.000 participantes.

6. EFECTOS E IMPACTO

Los buenos resultados que se intuían, se han plasmado en realidades en 2013 y 2014. La mayoría de los participantes ha cambiado su situación profesional tras el paso por el Programa: a) en torno a dos terceras partes (65,14%) encontraron trabajo por cuenta ajena; b) aproximadamente uno de cada cinco participantes (18,35%) ha desarrollado alguna iniciativa emprendedora; y c) cerca de la mitad (48,80%) realizaron formación y/o estudios. Pero el Programa no se queda únicamente en el plano profesional. Como hemos señalado previamente, se parte de una concepción holística e integral del desarrollo, que inevitablemente pasa por el desarrollo personal. Por ello, todas las actividades que se realizan en el seno del Programa buscan el avance, especialmente en tres dimensiones:

- 1) La iniciativa personal, que puede ser definida como el “desarrollo de conductas

autoiniciadas por la persona, proactivas y perseverantes ante los obstáculos que aparecen en el camino de la consecución de los objetivos” (Lisbona y Frese, 2012).

- 2) La inteligencia emocional, que puede ser definida como la “capacidad de gestionar las emociones propias y ajenas, de identificar y entender las emociones y ponerlas en equilibrio para que puedan guiar las actitudes y las conductas, con el objetivo de obtener los mejores resultados posibles” (Goleman, 1999). Aquí se incluyen el autoconocimiento, la autorregulación, la automotivación, la empatía y las habilidades sociales.
- 3) El trabajo en equipo o la capacidad para la cooperación con otras personas en la búsqueda de un objetivo común. La persona mantiene una actitud constructiva y abierta y comparte recursos, experiencias y conocimientos que contribuyen al logro de los objetivos.

7. LA IMPORTANCIA DE LA COMUNICACIÓN

Partiendo de la transparencia como premisa, la comunicación del proyecto hacia el resto de la sociedad es de vital importancia para la extensión del programa y para que los desempleados y la ciudadanía conozcan la existencia del Programa Lanzaderas, que aporta una nueva filosofía y una metodología adecuada para conseguir que los desempleados se incorporen rápidamente al mercado laboral. Mediante la información pública se pretende lograr la inscripción de nuevos participantes en futuras lanzaderas, la incorporación de voluntarios y patrocinadores y, finalmente, el cambio de la imagen social de los desempleados. Tres son los objetivos específicos que se persiguen:

- 1) Conseguir que las personas desempleadas salgan del anonimato y del aislamiento, y demostrar que no son un número. Son personas que tienen un rostro, un currículum y una actitud positiva ante la vida y ante el trabajo.
- 2) Explicar las actividades que desarrollan en equipo para mejorar su empleabilidad y

favorecer su visibilidad profesional ante el tejido empresarial y la sociedad en general.

- 3) Mejorar la imagen que la sociedad tiene de los desempleados y la que ellos tienen de sí mismos.

De acuerdo con estos objetivos, cada Lanzadera, a través de su departamento de comunicación, entra en contacto con la prensa, radio y televisión de su entorno para informarles sobre sus actividades y sus logros. Gracias a ello, desde su puesta en marcha en el año 2013 hasta la actualidad, más de un centenar de medios de comunicación del país se han hecho eco del Programa Lanzaderas.

Como es lógico, el Programa tiene más repercusión en los medios de ámbito local y regional, donde periódicos, agencias de noticias, emisoras y televisiones recogen con frecuencia noticias, entrevistas, reportajes o perfiles de las Lanzaderas. Cabeceras como *La Opinión de Murcia*, *La Verdad*, *Hoy Extremadura*, *Diario Montañés*, *El Heraldo de Aragón*, *La Nueva España* o *El Norte de Castilla* han acogido amplias y numerosas informaciones sobre las LEES en sus páginas, especialmente cuando las máximas autoridades regionales y nacionales acuden a sus eventos.

Los promotores del proyecto se han preocupado también de que se hicieran eco del Programa periódicos de tirada nacional como *ABC*, *El Mundo*, *La Razón*, *La Vanguardia* y *El País*. Este último diario dedicó el 15 de julio de 2013 un artículo editorial al Programa al inicio de su andadura, en el que, entre otras, cosas se podía leer: “Lo peor del paro es la soledad y la falta de perspectivas, la combinación amarga de una desesperación que se va haciendo crónica y una invisibilidad creciente que hace que el parado se sienta cada vez más inútil, más pequeño e insignificante. La pérdida de autoestima a la que poco a poco conduce la falta de trabajo, es una carcoma que se va instalando en la vida de los que viven los lunes al sol, una vez que han comprobado que apenas hay ofertas de empleo y que, cuando las hay, la desproporción entre aspirantes y plazas echa para atrás al más optimista”.

Después de este diagnóstico tan certero, el editorial informaba de las primeras LEES puestas en marcha en Cantabria mediante las que sus promotores pretendían “combatir la desesperanza y crear oportunidades a partir de lazos

solidarios, de apoyo mutuo”, concluyendo que “(e)n un país con seis millones de parados, toda iniciativa destinada a ofrecer vínculos sociales y herramientas de reciclaje a los desempleados ha de ser saludada con entusiasmo”.

El País también publicó en sus páginas de Economía el día 21 de julio de 2013 un amplio reportaje firmado por Jerónimo Andreu, titulado *Pintar los brotes verdes*, cuando las Lanzaderas apenas llevaban dos meses funcionando en Cantabria:

“...en cada una de ellas participan 20 desempleados, y cada uno de ellos se esfuerza para que todos encuentren trabajo. Aún es pronto para evaluar resultados, pero de los 80 inscritos, 22 ya se han colocado. Pero lo más prometedor no son los números, sino escuchar de boca de estos desempleados un optimismo que nadie esperaría de una reunión semejante. Miguel trabajaba en una funeraria hasta que perdió el trabajo: ‘Quiero reinventarme. Aprovechar estos meses en la lanzadera’, dice. ‘La vida es corta y tienes que hacer lo que te guste. Yo había seguido unos cursos de informático hace tiempo y he descubierto que esto es lo que me gustaría hacer’. Los grupos de Astillero y Santander nos cuentan su experiencia. Con edades entre 24 años y los 54, son un colectivo variopinto en el que caben diseñadores, reposteros, obreros y expertos en tecnología. La mayoría ya no cobra ninguna prestación, pero se sienten implicados en este programa colaborativo de búsqueda de empleo. Cuentan con entusiasmo cómo se reparten las tareas diarias: hay un responsable del Facebook del grupo, otro de su página web, y también están elaborando un mapa de contactos para llegar por *e-mail* a empresarios de la zona y vender sus habilidades. “Es como si fuéramos una empresa”. Geijo, que ha trabajado de gestor de impagados, comercial, etcétera, es muy gráfico relatando su evolución: ‘En un año y siete meses de paro he pasado por todo: depresión, postdepresión... Aquí te encuentras con gente que lleva 30 entrevistas y sabe de esto más que nadie. A mí me han enseñado a ver cosas positivas de mi perfil que puedo utilizar para encontrar trabajo”.

Radio Nacional, *Onda Cero* y *Cadena SER* también han recogido en programas de máxima audiencia entrevistas con los promotores y los protagonistas de las LEES, al igual que han hecho televisiones de ámbito nacional en programas especiales

de empleo, en “La Tarde” de La Sexta, “Ciudadanos” de Antena 3 o “Aquí hay trabajo” de TVE.

Asimismo, el entorno digital ha recibido expectante el Programa Lanzaderas, con blogueros, periodistas que trabajan en la “parrilla *online*” y *community managers* de entidades, administraciones y empresas que han volcado contenidos sobre estas iniciativas en las redes sociales (en Facebook, Twitter y LinkedIn, particularmente) enlazando así a miles de usuarios que comparten contenidos sobre nuevas técnicas para mejorar la empleabilidad, nuevas redes de contacto, nuevas necesidades del mercado laboral y nuevas formas de actuar.

8. TESTIMONIOS Y CASOS REALES

Antes de concluir, y a modo de ilustración, se presentan a continuación algunas experiencias de participantes en Lanzaderas que ponen de manifiesto los beneficios generados por la solidaridad y el trabajo en equipo.

En una de las muchas intermediaciones laborales que efectuó la Lanzadera de Segovia, se plasmó en la realidad la filosofía del Programa. Los componentes tenían concertada una visita a una empresa familiar, ligada al sector agrícola y ganadero, y con fuerte presencia en la ciudad, en la que, a primera vista, no encajaban los perfiles de los integrantes de la Lanzadera. El directivo de la empresa que les atendió explicó que, debido a la crisis, necesitaban gente nueva para revitalizarse y volver a hacerse fuertes, sin perder la línea que les había llevado a ser una empresa importante. Para ello, precisaban a corto plazo incorporar a una persona polivalente, capaz de renovar el sistema informático, iniciar la gestión de la marca personal y el posicionamiento web de la empresa, creando perfiles en las redes sociales y desarrollando la visibilidad *online*. Aunque no estaba presente en la intermediación, en la Lanzadera de Segovia había participado la persona que necesitaba la empresa; una persona con arraigo en el ámbito rural, amante de las costumbres populares y de la vida en el pueblo. La fuerza del equipo se demostró cuando los visitantes comenzaron a relatar con entusiasmo las virtudes profesionales y personales que poseía un compañero en ese momento ausente porque acababa de

incorporarse en Madrid a un trabajo ajeno a su ámbito competencial. Fueron tan persuasivos que esa misma tarde el gerente dio cita al informático al objeto de verificar su idoneidad para las funciones requeridas. Consiguió así el trabajo porque sus compañeros de Lanzadera se sintieron responsables del crecimiento personal y profesional de sus componentes, aunque ya no estuvieran presentes en ella.

Con el fin de obtener mayor visibilidad social, aparte de las intermediaciones realizadas a lo largo de cinco meses, los participantes en la Lanzadera de Segovia organizaron en la fase final del proyecto un encuentro con empresarios de la zona para explicarles los objetivos que habían seguido, hacer el balance de lo realizado durante ese tiempo y, además, presentar a las personas que aún quedaban disponibles dentro del equipo. Los empresarios señalaron que la calidad del factor humano es primordial en la época actual. No interesa tanto que el empleado disponga de muchos conocimientos sobre aplicaciones y programas informáticos concretos, cuanto que sea alguien responsable, fiable y comprometido con la empresa y empeñado en el mejor funcionamiento de su marca. Este razonamiento de los empresarios de diferentes sectores, coincidente en lo sustancial, indujo a los participantes de la Lanzadera a reorientar sus presentaciones personales, subrayando los aspectos humanos de su personalidad y dejando en segundo término las capacidades más técnicas. Destacó por su naturalidad y sinceridad la intervención de una participante, desempleada desde hacía varios años, que hizo hincapié en la dificultad de reincorporación al mercado laboral después de la maternidad, aun con experiencia laboral previa (en su caso, como administrativa). Habló de la importancia del compromiso, la sinceridad, el trabajo bien hecho, la disposición, la lealtad, la constancia y la alegría del trabajo; unas aptitudes que no se enseñan en las universidades ni en los centros educativos, pero que sí se potencian en las Lanzaderas. Finalizó diciendo que ella las había fomentado entre todos los participantes con su trabajo diario, sus ganas por seguir creciendo y aprendiendo con el resto del equipo en pos de su principal objetivo: lograr un empleo digno para los demás y para sí misma. Fueron varios empresarios los que se interesaron por ella, identificando precisamente esas cualidades como las que buscaban en sus compañías. Los oficios se aprenden con el tiempo (excepto en los puestos de alta cualificación), pero la personalidad de cada uno es única. Gracias a su sin-

ceridad, la mujer consiguió un buen trabajo en el último día del Programa.

Los siguientes testimonios ofrecen también perspectivas interesantes de las experiencias personales de los participantes en diferentes Lanzaderas:

“Hemos sido un equipo muy sólido que ha estado velando por todos y que hemos luchado por los derechos y por el trabajo de todos. No hemos visto a uno más por encima del otro. En el equipo hemos mirado siempre por el bien de todos” (Lanzadera de Móstoles).

“Valoro las ganas de superación que teníamos todos, la fuerza con la que empezamos y la fuerza con la que hemos acabado; casi todos mis compañeros están trabajando, cosa que valoro mucho (Lanzadera de Lérida).

“Entré a la Lanzadera pensando que el mundo laboral era inaccesible, que estaba todo bastante ‘chafado’, bastante gris, y en la Lanzadera, pues, he aprendido que es todo lo contrario; que, a pesar de que es difícil, el mercado laboral ahora es cambiante, es dinámico y existen huecos en los que uno se puede insertar” (Lanzadera de Puertollano).

“Cuando ya quedamos pocos participantes en la Lanzadera porque han transcurrido varios meses y se han insertado muchos de los que comenzaron, no me entristezco si uno de los compañeros encuentra trabajo; todo lo contrario. Me alegro mucho porque su trabajo también es obra mía, porque lo ha encontrado también gracias a mi ayuda” (Lanzadera de Arganda del Rey).

“Expresar, en unas pocas palabras, lo que la Lanzadera está significando para mí es una tarea harto complicada. No obstante, lo que sí puedo decir sobre este maravilloso proyecto es que nunca antes me había encontrado con algo semejante. Un programa en el que se antepone la flexibilidad a la rigidez, las personas a los números; donde el compromiso personal se adquiere desde el interior y no viene impuesto por ninguna obligatoriedad administrativa. Un lugar desde el que se nos ha arrojado luz y color a nuestras vidas, que se habían tornado grises; donde no hemos dejado de aprender, de nosotros mismos y de nuestro entorno desde que comenzamos esta hermosa andadura...

¿Qué qué significa para mí la Lanzadera? Esperanza” (Lanzadera de Piélagos).

9. CONCLUSIÓN: UN PROYECTO TRANSFORMADOR DE LAS PERSONAS

Desde mi encuentro en Bilbao con Laszlo Andor, entonces comisario de Empleo de la Unión Europea, ha pasado menos de un año y ya se han puesto en funcionamiento 126 Lanzaderas en quince comunidades autónomas, y más de 3.000 personas participan en ellas. Entonces, muy pocas Lanzaderas se hallaban en funcionamiento porque era un programa experimental. Una idea innovadora había echado a andar, ciertamente utópica, pero llena de posibilidades, porque la profesionalización del proyecto, la fuerza del equipo y la voluntad de mejorar con la adaptación permanente de la metodología, a partir de la experiencia que aportaba cada Lanzadera, hicieron que la propuesta inicial se flexibilizara y se adaptara a las demandas o posibilidades de los patrocinadores. De este modo, surgieron Lanzaderas para jóvenes, para mujeres, para desempleados de larga duración, etcétera.

La incorporación del voluntariado de las empresas al proyecto también le añadió valor. En esta iniciativa colaboran los departamentos de Responsabilidad Social Corporativa de las principales empresas que operan en España, entre ellas, Google, Microsoft, Telefónica, Endesa, Vips, Red Eléctrica y BBVA, de modo que a una misma Lanzadera pueden acudir para prestar su apoyo voluntarios de distintas empresas debidamente coordinados entre sí con los responsables de la Lanzadera. Este apoyo altruista de los trabajadores supone, además de la aportación de conocimientos, experiencia y contactos, un gran refuerzo psicológico para los participantes.

Los ayuntamientos, a través de las concejalías de empleo y de sus agencias locales de desarrollo, han facilitado locales equipados para el funcionamiento inmediato de sus respectivas Lanzaderas. Estas han contado, en la mayor parte de los casos, con el respaldo entusiasta del alcalde de turno y con la ayuda de los servicios locales de empleo, lo que ha facilitado la convocatoria tanto de los participantes como de los empresarios a los eventos que organiza la Lan-

zadera. En lo que respecta a la financiación, se ha avanzado bastante en la colaboración pública, sobre todo en Cantabria, donde tuvo un destacado papel desde los comienzos de las LEES, y también en Andalucía, más recientemente. Aunque la Administración es lenta por definición y tarda en asimilar las ideas innovadoras, afortunadamente el sector privado se ha volcado en el programa. El apoyo en asesoramiento y recursos materiales de las fundaciones Barclays y Profesor Uría, además de Deloitte, Gullón y otras empresas, fueron muy importantes en los inicios, pero el impulso decisivo al proyecto se consiguió con un convenio para 50 Lanzaderas, firmado en octubre de 2014 entre la Fundación Telefónica y la Fundación Santa María La Real².

Pero por encima de todo, el éxito del programa se debe a la implicación y entrega de los participantes y a la competencia y el entusiasmo de los coordinadores. Ellos han respondido con creces en la práctica a la pregunta que nos hacían cuando tratábamos de convencerles de la viabilidad del proyecto: “La idea es original e innovadora, respondían casi todos nuestros interlocutores, pero ¿encontraréis desempleados dispuestos a acudir a diario, sin cobrar un céntimo, a buscar trabajo para ellos y sus compañeros?” Cuando, al poco de iniciado el Programa Lanzadera en Cantabria, explicamos en Deloitte la filosofía, el funcionamiento y los logros de las LEES, nos dijeron: “No nos extrañan estos resultados porque este es un proyecto transformador de las personas”.

Como prueba de ello, citamos el testimonio de un coordinador, que aclara quizá mejor que los argumentos expuestos hasta aquí las claves del éxito de las Lanzaderas.

“¡Podría escribir tanto sobre mi experiencia en las Lanzaderas estos 2 años! Mi paso por las Lanzaderas me ha confirmado el valor insustituible de la solidaridad y la confianza entre las personas para crear espacios y poder repensarse, abrir nuevos caminos y ser protagonistas efectivos de su propio proyecto laboral y vital. Creer es crear para abrir paso al futuro. Una Lanzadera es un caleidoscopio perfecto de lo que es, siente y padece la sociedad hoy; de lo que sueña y de cómo lo lleva a la práctica. Y, puestos a soñar, mi sueño es que este maravilloso proyecto no

² Véase al respecto: <http://www.lanzaderasdeempleo.es/articulos/fundacion-santa-maria-la-real-y-fundacion-telefonica-pondran-en-marcha-50-lanzaderas-de-empleo-para-mejorar-la-insercion-laboral-de-1000-jovenes>

solo tenga la continuidad que se merece (que todos y cada uno de nosotros nos merecemos), sino que su filosofía y metodología sean referente de innovación, cambio y confianza para el futuro de una sociedad que se construya teniendo a las personas como centro de todas las políticas”.

(Manuel Cabo, coordinador de las Lanzaderas de Torrelavega [2013] y Piélagos [2014 y 2015]).

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, L. (2014), *El desempleo: una amenaza para el bienestar subjetivo*, Pereira, Universidad Católica de Pereira.

CONTRERAS, D. (2013), *Inteligencia emocional para desempleados*, Madrid, Humanitas.

ECHVERRÍA, R. (2008), *Ontología del lenguaje*, Buenos Aires, Granica.

GOLEMAN, D. (1999), *La práctica de la inteligencia emocional*, Barcelona, Kairós.

JAHODA, M. (1987), *Empleo y desempleo: un análisis socio-psicológico*, Madrid, Ediciones Morata.

LISBONA, A. y M. FRESE (2012), *Iniciativa personal. Cómo hacer que las cosas sucedan*, Madrid, Pirámide.

Implicaciones del cambio climático en la transición hacia un modelo productivo de futuro

DAVID LEAL GARCÍA* Y JONATHAN GÓMEZ CANTERO**

RESUMEN

El presente artículo realiza un recorrido sobre los impactos que el cambio climático tendrá sobre los ecosistemas de España, según las previsiones de la comunidad científica internacional. Expone asimismo sus implicaciones sobre el empleo en determinados sectores productivos de gran importancia para la economía española, como son la agricultura, la pesca o el turismo. La vulnerable encrucijada geográfica y climática en que se encuentra España obliga a replantear las estrategias de transición a un modelo productivo de futuro, generador de empleo de calidad y ambientalmente sostenible, que pasa necesariamente por adoptar ambiciosas políticas de mitigación y adaptación en el corto, medio y largo plazo.

1. EL CAMBIO CLIMÁTICO: INTRODUCCIÓN A UN RETO GLOBAL

El cambio climático se ha convertido en el mayor reto global al que se enfrentará el ser humano en la época actual. Desde que la teoría del cambio climático antropogénico nació a mediados de los setenta del siglo pasado, se ha ido perfilando un problema de consecuencias globales que amenaza a los ecosistemas y a todo el sistema económico y social, pues debemos asumir que estamos sometidos a la naturaleza.

* Universidad Isabel I de Castilla (david.leal@ui1.es).

** Vocal del Colegio de Geógrafos (jonathan.cantero@geografos.org).

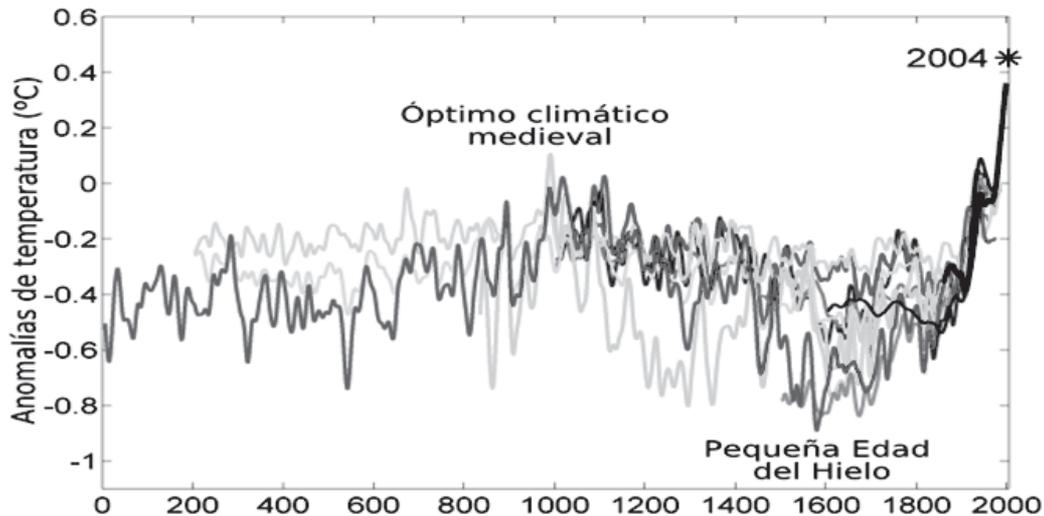
Estudios especializados han demostrado que los gases de efecto invernadero (GEI) han agravado el “efecto invernadero” natural, en lo que comenzó a denominarse *forzamiento radiativo*, fenómeno en virtud del cual la radiación solar y la radiación terrestre quedan atrapadas en la atmósfera sin poder salir al espacio, sobrecalentando cada vez más el planeta. Es bien sabido que la temperatura media del planeta ha experimentado en los últimos años un aumento que guarda relación directa con el aumento exponencial de los GEI, especialmente el CO₂, fruto en buena medida de la actividad antropogénica.

A lo largo de la historia del planeta se han dado varias fluctuaciones climáticas, (gráfico 1), tanto cálidas como frías, que han provocado graves y potentes impactos en la biodiversidad, pero también en las sociedades humanas. Conocido es el periodo cálido natural que tuvo lugar desde el siglo X hasta el siglo XIV, favoreciendo en todas las regiones del Atlántico norte un aumento de los cultivos que disminuyó las hambrunas y ayudó al crecimiento de la población. Este fenómeno (“óptimo climático medieval”) se caracterizó por la elevación de las temperaturas en torno a los 0,5°C de media, un incremento que, aunque pueda parecer insignificante, muestra los efectos que puede desencadenar. En este caso fueron efectos beneficiosos.

Posteriormente a este ciclo, se produjo en el hemisferio norte, y más concretamente en Europa, un periodo frío de rigurosos inviernos y anomalías climáticas, conocido como “pequeña Edad de Hielo”, que acarreó graves pérdidas económicas, hambrunas y avance de los glaciares; y también heladas considerables que llegaron a

GRÁFICO 1

TEMPERATURAS HISTÓRICAS RECONSTRUIDAS A PARTIR DE DIFERENTES MODELOS



Fuente: Elaboración propia.

congelar ríos como el Ebro, el Tajo o el Támesis, eventos de los que dieron buena muestra pinturas de la época como las de Pieter Brueghel, con campos cubiertos de nieve y cazadores y campesinos refugiados del frío. Esta anomalía climática presentó mínimos de temperatura más potentes durante su desarrollo, pero también algunos episodios cálidos de corta duración (Alberola, 2014). Una de las fluctuaciones internas más interesantes ocurrió en 1816, cuando, tras la erupción del volcán Tambora en 1815 (Indonesia), que cargó la atmósfera de partículas, se produjo un año especialmente frío, conocido como “el año sin verano”. Se estima que la temperatura media de Europa disminuyó entre 1°C y 2°C de media durante el conjunto de la oscilación climática, constituyendo de nuevo un claro ejemplo de los efectos importantes derivados de solo una leve disminución de temperatura.

Hacia 1850 se inició un período caracterizado por un aumento de temperatura que hoy en día aún continúa. Desde entonces, se puede afirmar que comienzan a elaborarse series numéricas de datos que servirán para estudiar el clima. Igualmente, se constata un rápido aumento térmico sin precedentes, relacionado directamente con el aumento de los GEI. Esta tendencia cre-

ciente provoca que, en cada década estudiada, la temperatura media supere a la del año anterior. Por ejemplo, el año más cálido registrado en la Tierra ha sido 2014, seguido de 2010 y 2005. Actualmente se sabe que, a excepción del año 1998, los diez años más cálidos desde 1880 se han producido a partir del año 2000, lo que constituye una muestra más de un calentamiento global constatado, inequívoco y de evolución creciente.

Existe sobre este punto un amplio consenso mundial, procedente de diferentes campos y disciplinas y basado en datos científicos sobre el calentamiento global del planeta. Aunque hace algunos años los llamados “negacionistas” desmentían este calentamiento, la evidencia científica no deja hoy lugar a dudas. Y no solo por el aumento constatado de temperaturas, sino también por otras variables meteorológicas (como las precipitaciones) o ambientales (como la migración de especies, los desplazamientos, las alteraciones fenológicas, la disminución de las cubiertas de hielo o el aumento del nivel del mar) que certifican la evidencia del fenómeno.

El debate se centra actualmente, sobre todo, en si se trata simplemente de un cambio

climático natural, o bien es debido a la actividad antropogénica. Pero de nuevo vuelve a quedar demostrado, y así lo evidencian las últimas investigaciones, que, en caso de tratarse de una fluctuación climática natural, esta estaría agravándose sustancialmente por la acción antropogénica, contribuyendo a acelerar el aumento de las temperaturas y, particularmente su intensidad. En conclusión, no cabe duda de que la actividad del ser humano es la causa del calentamiento global que ya se está padeciendo. Y también, que está en la mano del hombre poder controlarlo a tiempo.

1.1. España, una encrucijada climática vulnerable

España cuenta con una gran diversidad climática. Se encuentra en una zona de transición entre ambientes “cálidos y secos” y “fríos y húmedos”. Prácticamente toda la zona peninsular tiene un clima mediterráneo, más o menos continentalizado, dependiendo de lo lejos o cerca que estemos de la costa. En el extremo noroeste y en la fachada norte, el clima es más bien atlántico u oceánico; en cambio, las Islas Canarias cuentan con un clima subtropical de tipo macaronésico. Al sur limita con el propio ambiente anticiclónico sahariano, por lo que el clima de la península ibérica tiene grandes rasgos de subtropicalidad y sequedad. La zona norte ya limitaría con el clima húmedo oceánico, zona de paso de las borrascas atlánticas. En conjunto, España se encuentra en una zona de transición tal que en pocos lugares del mundo se repite.

Los ecosistemas mediterráneos se caracterizan por una gran fragilidad, puesto que tienen una considerable dependencia del clima. Prácticamente todo el territorio se ve muy influenciado por las lluvias recogidas en las estaciones húmedas, y también por el rigor de los veranos, en los que se sufre calor y sequedad; conviene recordar que el propio clima mediterráneo se caracteriza por, al menos, tres meses de aridez. Esto se traduce en que, en muchos años o ciclos interanuales, el régimen de precipitaciones y/o de temperaturas varíe por exceso o por defecto, fenómeno que da lugar a episodios de sequía y otros de inundaciones, pues la variabilidad extrema de nuestro clima es frecuente debido a la transición climática en la que nos encontramos. La consecuencia

inmediata es el enorme efecto sobre las especies de flora y fauna, y también sobre los espacios agrícolas que muestran una gran dependencia del clima pues, como se puede observar con frecuencia, se producen pérdidas por sequías o por lluvias torrenciales, sin olvidar los problemas subsiguientes que ocasiona el alza de precios o las restricciones al consumo urbano.

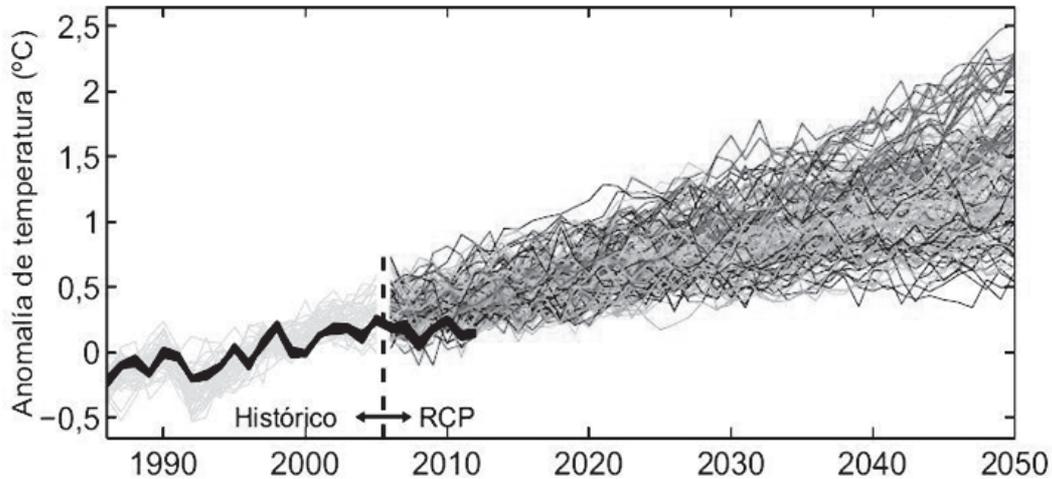
La localización geográfica de España es un elemento clave para entender los impactos del cambio climático. Cuando hablamos de un aumento de los episodios de calor extremo y de olas de calor, debemos entender la alta probabilidad de ocurrencia de este fenómeno, dada nuestra cercanía al Sahara, mientras que las lluvias torrenciales también pueden ser un fenómeno frecuente debido al caldeoamiento de las aguas de nuestros mares. Tal y como comienzan a perfilar diversos estudios y escenarios de cambio climático, el clima actual de España podría evolucionar a otro de tipo subtropical, con una marcada estación seca y otra época de precipitaciones mucho más concentrada en el tiempo, lo que puede suponer un cambio climático muy drástico. Mientras que otros países, como por ejemplo Rusia, saldrán beneficiados debido a veranos más húmedos e inviernos menos rigurosos, que incluso podrían favorecer el cultivo de cítricos, en países como Reino Unido ya se están dando cultivos de viñedo y olivos debido al desplazamiento latitudinal de las especies, entre ellas las agrícolas.

1.2. Escenarios de cambio climático

Cuando hablamos de “escenarios”, nos referimos a los distintos supuestos que podrían darse según las tendencias de aumento de temperaturas (gráfico 2). Cabe razonablemente admitir otros supuestos que mostrarían los peores escenarios posibles, con aumentos de temperatura de incluso más de 5°C en la media, o también solo de unas pocas décimas, que serían los más benévolos. La diferencia entre unos y otros escenarios vendría marcada, sobre todo, por cómo continúe el ritmo de emisiones y cuánto se consiga reducirlo en un futuro próximo. Si hablamos de una tendencia creciente de emisiones GEI, debido al forzamiento radiante, estaríamos en escenarios graves y de alta afección sobre el medio ambiente y la sociedad, mientras que si las emisiones se reducen prácticamente en su totalidad, el calenta-

GRÁFICO 2

EVOLUCIÓN DE LA TEMPERATURA MEDIA ENTRE 1950 Y 2050



Nota: La línea negra registra la temperatura registrada; en escala de grises cada uno de los escenarios previstos.

Fuente: IPCC (2014).

miento sería muy débil e incluso el cambio climático podría atenuarse fuertemente.

Es difícil establecer un modelo climático certero, pues, además del margen de error inherente a cada uno de los escenarios, son múltiples las variables económicas, sociales y ambientales que hay que integrar, ya no solo por países, sino también por regiones o a nivel mundial. Lo cierto es que existe un amplio consenso sobre algunos aspectos. En primer lugar, cada escenario depende del ritmo de emisiones y, para no llegar al peor escenario, es conveniente reducir cuanto antes las emisiones. Incluso ante el escenario más favorable, el aumento de temperaturas se producirá. En segundo lugar, a nivel europeo se estableció no superar en ningún caso un aumento de temperaturas medias en 2°C antes de 2050, toda vez que este punto es considerado de "no retorno". De superarse esta cifra, aunque se redujeran las emisiones a cero, los efectos serían irreversibles y la inercia climática continuaría aumentando y provocando con alta probabilidad graves y profundos impactos.

Hasta el momento actual, desde que se elaboraran los primeros escenarios de cambio

climático, tenemos ya que admitir que se ha producido un aumento de temperatura, si bien este aumento está siendo algo ralentizado, ya que los océanos están absorbiendo gran parte del calor. Ahora bien, ello se traduce en una acidificación de las aguas oceánicas (pues también atrapan más CO₂) y en un aumento del nivel debido a la expansividad térmica del agua al calentarse. El calentamiento global es, pues, una evidencia incuestionable y cabe esperar una aceleración cuando los océanos alcancen el límite de su capacidad de almacenamiento de energía. Esta es otra evidencia sobre la que existe amplio consenso y que nos debería a una rápida y firme política de reducción de emisiones.

1.3. Impactos sobre el medio ambiente

Cada uno de los distintos escenarios plantea unos impactos mayores o menores en cada uno de los ecosistemas, entendiendo que estos serán peores cuanto mayor sea el aumento global de la temperatura. En primer lugar, los impac-

tos directos se producen sobre cada una de las variables climáticas, siendo las más importantes la temperatura y las precipitaciones. En el caso de las primeras, se producirán aumentos elevados, sobre todo en verano, haciendo que la estación estival sea más cálida y seca. Las olas de calor serán más frecuentes y más intensas. Dependiendo del escenario climático, podría hablarse de olas de calor alrededor de los 42°C o bien de más de 45°C, lo que provocaría un mayor número de muertes por calor o de riesgo de incendio forestal. Estos fenómenos de calor extremo afectarán mucho más al sur y sureste de España, lo que traería asociado aridez y riesgo de sequía, además de un estrés hídrico importante, pues tampoco se recogerían precipitaciones. En la zona de las Islas Canarias, las olas de calor también serían más frecuentes y, a su vez, también aumentarían los fenómenos de calima, masas de aire muy cálidas cargadas de partículas, polvo y arena sahariana en suspensión.

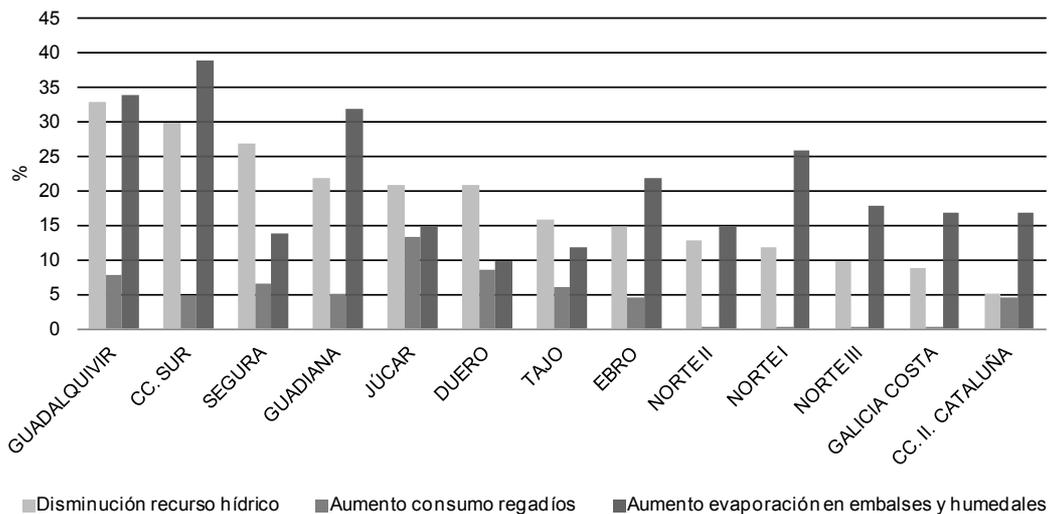
Las precipitaciones previsibles aún no han permitido establecer un escenario claro, pero todos los modelos parecen apuntar a que aumentarían en el extremo noroeste, mientras que en toda la zona central peninsular y la costa

mediterránea se produciría una disminución, acompañada por un aumento de la torrencialidad (IPCC, 2014). En conjunto, llovería en menor cantidad anual y los días de lluvia estarían más concentrados, por lo que podrían ser frecuentes las inundaciones súbitas y grandes las pérdidas económicas. Durante el verano, a consecuencia del calor, la evaporación de los mares sobrecalentados sería mayor y daría lugar a una gran acumulación de vapor de agua en la atmósfera que descargaría de forma súbita ante la primera situación de inestabilidad. Además de esto, se espera que el verano se alargue ganando días a la primavera y al otoño, lo que ya tendría grave impacto en los ecosistemas, pues verían muy afectado su balance hídrico, mientras que el paisaje podría transformarse completamente.

En cuanto a los recursos hídricos, debido a la tendencia a la baja en las precipitaciones y mayor evapotranspiración, se estima que, de aquí a 2050, los recursos en España podrán reducirse un 16 por ciento de media, lo que equivaldría a unos 20.000 hm³ de agua (gráfico 3). En algunas cuencas hidrográficas, como la del Guadalquivir, el descenso podría llegar al -33 por ciento, en la del Segura al -27 por ciento, y en las

GRÁFICO 3

PREVISIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS



Fuente: Elaboración propia.

cuenas del norte hasta el -10 por ciento (Gómez Cantero, 2015). Se puede afirmar con alto nivel de probabilidad que el cambio climático hará que parte de los ecosistemas acuáticos de la península pasen de ser permanentes a estacionales, y que muchos de ellos desaparezcan. En este apartado tampoco podemos olvidar que se prevé una reducción considerable del número de nevadas, algo ya constatado en zonas como el Sistema Central, lo que disminuirá la cantidad de agua acumulada en los sistemas montañosos, además de la fusión de los pocos y relictos glaciares que quedan en algunas zonas de los Pirineos, todos ellos reducidos prácticamente en su totalidad desde comienzos del siglo XX.

En los ecosistemas terrestres, se alterará la fenología y las interacciones entre especies. Esta alteración favorecerá la expansión de especies invasoras y plagas, aumentando el impacto de los problemas ambientales, tanto naturales como antropológicos. Desde el punto de vista regional, en España las zonas y sistemas más vulnerables al cambio climático serán las islas, los ecosistemas aislados (como las islas edáficas), los ecosistemas de alta montaña y los ecotonos o zonas de transición entre sistemas. Los impactos directos sobre la diversidad vegetal se producirán a través de dos efectos contrapuestos: el calentamiento y la reducción de la disponibilidad hídrica, que provocarán una “mediterraneización” del norte peninsular y una “aridificación” del sur.

Otro efecto que se prevé es el desplazamiento en la distribución de especies terrestres hacia el norte o hacia mayores altitudes, en algunos casos con una clara reducción de sus áreas de distribución. La fauna ibérica también sufrirá los cambios mencionados. En los últimos años ya se está observando un desplazamiento en latitud de más de 150 kilómetros en las mariposas y de más de medio centenar de kilómetros en las aves. Se trata de un desplazamiento mucho más lento que el del clima, lo que se puede entender como un síntoma de la incapacidad de algunas especies para adaptarse a un cambio climático tan rápido. Los ecosistemas marinos experimentarán una tropicalización de las aguas, y ello permitirá la llegada de especies alóctonas y obligará al desplazamiento o extinción de las especies autóctonas (FAO, 2012). Así está ocurriendo ya en las Islas Canarias con la llegada de especies tropicales como el gallo aplomado (*Canthidermis sufflamen*). En 2004 se produjo, también en estas aguas, una reproducción exponencial de la cianobacteria *Trichodesmium erythraeum* propia del Mar Rojo, algo jamás visto a tales latitudes en ninguna parte del mundo.

El número de episodios hidrometeorológicos también aumentará. Estos podrán deberse a periodos de bajas precipitaciones que originarán sequías, las cuales se espera que sean muy severas y recurrentes en el arco mediterráneo y en el sureste español, ocasionando graves pérdidas agrícolas, y muy probablemente también en el abastecimiento de los núcleos urbanos. La última sequía del sureste español, padecida en 2014, ha sido una de las peores jamás registrada. Las inundaciones podrían ser también un fenómeno recurrente, extremándose nuestro clima, especialmente en el Levante español, con fuertes aguaceros e intensas tormentas. Por lo demás, con una mayor sequedad de los bosques en verano, altas temperaturas y menor humedad ambiental, el riesgo de ignición podría dispararse y, con ello, tanto el número de incendios como la extensión que estos puedan alcanzar.

Sobre todos estos fenómenos existe amplio consenso y se da por supuesto que se producirán con mayor o menor virulencia según sea el escenario de cambio climático. Dependerá también de nosotros mismos. Actualmente, muchos de estos fenómenos ya se están constatando, lo que aconseja adoptar medidas de prevención eficaces.

1.4. Impactos sobre la población y sobre distintos sectores económicos

Todos los impactos descritos influirán en la economía y, por supuesto, en la sociedad en su conjunto. No debemos olvidar nuestra dependencia respecto del medio ambiente y nuestra vulnerabilidad ante los fenómenos naturales. El cambio climático tendrá un fuerte impacto en nuestras vidas y, de forma directa o indirecta, será capaz de transformarlo todo, obligando a replantear y reestructurar los modos de producción y hábitos de consumo, anticipándonos a los eventos previstos; si se actúa *a posteriori*, se requerirán mayores inversiones. Los sectores económicos que más sufrirán los impactos serán aquellos que tengan una dependencia directa del clima: agricultura, ganadería, pesca, silvicultura, turismo, etcétera. O logran adaptarse con antelación a los distintos escenarios que se planteen y recon-

vertirse, o muchos de estos sectores, tal y como están organizados actualmente, podrán desaparecer (Gómez Cantero, 2015).

Los sistemas agrarios se verán perjudicados por el aumento de la temperatura del aire, por la concentración de CO₂ y por los cambios en las precipitaciones estacionales, aunque los efectos en las distintas regiones españolas no serán uniformes. Los cultivos de la granja mediterránea y del sur de España resultarán especialmente afectados. La prospectiva del impacto del cambio climático sobre cítricos, vides y olivos es preocupante, tanto por su relevancia económica, como por la social y cultural. Ante escenarios de subida de 4 o 5°C, la vendimia sería prácticamente nula en muchas zonas del país, como el Valle del Duero, el Valle del Guadiana o Navarra, ya que el calor impedirá el crecimiento de las uvas. Coincide la bajada del rendimiento en términos generales de estos cultivos con el aumento de las temperaturas y la frecuencia de los fenómenos climáticos extremos. En ausencia de estudios prospectivos específicos, hay indicios de que esta tendencia se puede profundizar hasta cuestionar la viabilidad económica de estos cultivos.

En el sector agrario español, la escasez hídrica constituye un factor clave. Es un problema estructural que se ve fuertemente agravado en episodios extremos, como fue la ola de calor de 2003, cuando se produjeron más de 800 millones de euros de pérdidas en un solo año. Las condiciones climáticas de ese verano causaron en España un déficit en el suministro de forrajes del 30 por ciento, una reducción de la cabaña de aves de corral en torno a 15-20 por ciento, y en la producción de patatas, en un 30 por ciento. El mismo futuro se prevé para el cultivo de cítricos, del que depende alrededor del 60 por ciento de la economía en la Comunidad Valenciana. Un aumento de 4 o 5°C pone en riesgo a la huerta de Valencia y Murcia, ya que muchos árboles pueden no resistir el calor del verano. Es probable que en 2050 las plantaciones de cítricos hayan desaparecido de la región, trasladándose hacia el norte, a las faldas de los Pirineos o a Centroeuropa.

La producción de crustáceos y la piscicultura también se verán afectadas. Un buen ejemplo lo representa el mejillón en Galicia (*Mytilus galloprovincialis*). Con el aumento de temperatura del agua, se está produciendo un mayor crecimiento de poblaciones de algas y bacterias tóxicas, que en numerosas ocasiones impiden

que el mejillón sea apto para el consumo por su toxicidad. La contaminación y las altas temperaturas están originando que hoy se recoja menos mejillón, de menor tamaño y, en no pocos casos, más tóxico. En el caso de la pesca y las piscifactorías, es cada vez más frecuente la pesca de grandes bancos de nuevas especies, como ocurre en el caso de Canarias con la caballa-chicharro (*Decapterus macarellus*). Este pez se encuentra en grandes cantidades en la zona desde la última década, mientras algunas especies locales están siendo sustituidas por otras que prefieren aguas más cálidas.

El sector forestal ya está sufriendo en la mitad sur peninsular una pérdida de productividad muy considerable debido al estrés climático al que está sometida buena parte de los pinares, incluidos los de las sierras. Esto se refleja tanto en la producción de madera como, por ejemplo, de piñones (*Pinus pinea*). No solo en el sur peninsular existe este problema; también en la mitad norte se han experimentado, desde los años sesenta, caídas de más del 35 por ciento debido al aumento de las temperaturas y a la disminución del volumen total de precipitaciones, un fenómeno que seguirá agravándose.

En el sector del turismo, la escasez de agua podría provocar problemas de funcionalidad y/o de viabilidad económica en numerosos destinos, tanto de la península como de las islas. El incremento de las temperaturas modificará probablemente los calendarios de la actividad en España, aumentando los viajes en las estaciones intermedias, como primavera y otoño. Por otro lado, la elevación del nivel del mar supone una amenaza a la localización actual de determinados asentamientos turísticos y de sus infraestructuras. En España, el turismo supone alrededor del 11 por ciento del PIB nacional, que alcanza el 45 por ciento en las Islas Baleares y el 30 por ciento en las Islas Canarias. Este sector se verá gravemente afectado por el cambio climático (Olcina, 2012).

También cabe esperar impactos negativos sobre la salud. En España, las primeras enfermedades relacionadas con el cambio climático son las alergias. Se está produciendo un aumento de los casos debidos a la anticipación de la época del polen y a su severidad. Combinado con la polución, el cambio climático es responsable del crecimiento del número de casos de alergias registrados en los grandes núcleos de población, y, en algunos casos, de su agravamiento.

Sin embargo, hasta el momento el más grave impacto del cambio climático sobre la salud en la península ibérica estriba en los episodios de calor extremo, que aumentarán la morbimortalidad. Afectarán especialmente a los más vulnerables, como los ancianos, los niños o las personas sin recursos. Además de los episodios extremos, el calor, el asfalto y las viviendas mal aisladas suponen una combinación perniciosa para la salud en ciudades como Córdoba, Murcia, Sevilla o Madrid, donde se ha convertido en escenario común superar los 30°C durante gran parte del día e incluso las noches estivales.

Otro fenómeno probable consistirá en la expansión de enfermedades tropicales. Por ejemplo, el mosquito tigre (*Aedes albopictus*), el mosquito de la fiebre amarilla (*Aedes aegypti*) o el de la malaria (*Anopheles sp*), que hasta ahora se enfrentaban a barreras climáticas para establecerse en España, aparecen de forma más frecuente y su acción es más eficaz. Solo en la temporada 2013, en el Delta del Ebro se capturaron más de 10.000 ejemplares de mosquito tigre.

2. LA TRANSICIÓN A UN MODELO PRODUCTIVO DE FUTURO EN EL CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Exploraremos a continuación las implicaciones que el cambio climático y la amenaza del colapso ecológico podrían suponer para la transición del sistema productivo español hacia un modelo ambiental y socialmente sostenible teniendo en cuenta que, como hemos visto, el caso de España presenta en el contexto europeo unas características de particular vulnerabilidad frente a los efectos desestabilizadores del cambio climático. El análisis objetivo de los escenarios de rápido deterioro medioambiental que los modelos científicos predicen, y la inestabilidad económica y social que acarrea, no deben conducir a una actitud de pánico ni de negación, sino a realizar un diagnóstico claro y basado en evidencias científicas, que sirva de base para adoptar una respuesta colectiva congruente con la dimensión del problema.

El cambio climático es probablemente el reto más complejo y determinante al que se haya

enfrentado la humanidad hasta la fecha. Pero precisamente por ser un fenómeno antropogénico, es preciso mantener activa la esperanza en la capacidad del ser humano de influir colectivamente en el curso de los acontecimientos históricos, que, en ningún caso, deben verse como inexorables e inevitables, sino susceptibles de control mediante respuestas específicas.

Una actitud de realismo ecológico implica analizar con rigor datos y evidencias científicas y aceptar sus implicaciones, por grandes que sean los retos que planteen. Una actitud de responsabilidad ecológica implica mostrar optimismo y confianza en la posibilidad de revertir el actual escenario de deterioro ambiental hacia un punto de mayor equilibrio entre economía y ecología. En su encíclica *Laudato si*, el Papa Francisco señala cómo el cambio climático es algo más que un problema meramente técnico, cuya solución pueda fiarse a la acción de alguna tecnología “milagrosa” que nos permita eludir la responsabilidad de repensar nuestro modo de consumir y producir. El Pontífice advierte de que “las iniciativas ecologistas pueden terminar encerradas en la misma lógica de la globalización: buscar solo un remedio técnico a cada problema ambiental que surja es aislar cosas que en la realidad están entrelazadas, y esconder los verdaderos y más profundos problemas del sistema mundial”. Esta destacada y novedosa encíclica está generando un rico debate que pretende ampliar el ámbito de análisis del cambio climático, tomando como punto de partida el análisis científico riguroso, pero trascendiéndolo para explorar las implicaciones humanas de la crisis ambiental, una crisis de raíz ética y política que constituye el problema moral central de nuestra era.

La transición a un modelo productivo de futuro para España, generador de empleo de calidad y capaz de sentar las bases para la estabilidad y la cohesión social, requiere la colaboración de los poderes públicos, del sector privado y del conjunto de la sociedad civil, en una clara apuesta por el desarrollo de sectores productivos de alto valor añadido, basados en la investigación y la producción de conocimiento y orientados a satisfacer las necesidades humanas, económicas y ambientales de la sociedad. Dicha transición requiere planificar a medio y largo plazo estrategias de reconversión industrial y de promoción de yacimientos de empleo emergentes, para lo cual es imprescindible incluir en la ecuación la variable climática, anticipando los riesgos y opor-

tunidades que el cambio climático representa para la economía.

2.1. Impactos del cambio climático sobre las condiciones de posibilidad del desarrollo sostenible

Los impactos del cambio climático van más allá de los daños que pueden sufrir sectores productivos de gran importancia, como la pesca, la agricultura o el turismo. Hay que contemplar también los efectos derivados de una crisis de seguridad global más amplia que puede afectar al mantenimiento de un entorno estable en el que la economía pueda prosperar. Recordemos el *Informe Brundtland* (ONU, 1987), que definía el desarrollo sostenible como aquel “que atiende las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de atender sus propias necesidades”. Si bien existen diferentes aproximaciones al concepto de desarrollo sostenible, hay tres aspectos del mismo que resultan fundamentales (Jacobs, 1996):

- (a) La consideración de la cuestión medioambiental como un eje transversal que afecta sustancialmente a la toma de decisiones de producción y de consumo y que orienta el conjunto de la política económica en el sentido de equilibrar las necesidades de economía y ecología.
- (b) El compromiso con la equidad intrageneracional e intergeneracional.
- (c) Una concepción amplia del concepto de “desarrollo”, que incluye no solo la renta per cápita como su indicador, sino también otros factores ligados al bienestar social, como la salud, la calidad laboral, etcétera, que influyen en las condiciones de búsqueda del bienestar social.

Si bien como sociedad es aún posible aspirar a realizar la transición hacia un modelo económico sostenible, existe una “penalización por procrastinación” derivada del aplazamiento en la adaptación de las medidas de mitigación necesarias para aminorar los impactos del calentamiento global. Desde la cumbre del clima de Río de Janeiro en 1992, las emisiones de GEI a nivel global no han hecho sino aumentar, lo cual va estrechando la ventana de oportunidad para la

sostenibilidad medioambiental a medida que se suceden los años y las décadas de irresponsabilidad climática.

En ese sentido, los servicios de inteligencia de los Estados Unidos hacen una evaluación inequívoca acerca del impacto sobre la estabilidad y la seguridad derivadas de no adoptar políticas ambiciosas a nivel global para mitigar el cambio climático y prevenir sus efectos. Elaborado a instancias del Pentágono, el informe *Un escenario de cambio climático abrupto y sus implicaciones para la seguridad nacional de los Estados Unidos* (Schwartz y Randall, 2003) describe las implicaciones del cambio climático como un fenómeno potencialmente no lineal:

“Las naciones sin los recursos necesarios [...] podrían construir fortalezas virtuales en torno a sus países, preservando los recursos para sí mismos. [...] A medida que la hambruna, la enfermedad y los desastres meteorológicos se desaten como consecuencia del cambio climático abrupto, las necesidades de muchos países excederán a su capacidad para soportarlas. Esto generará una sensación de desesperación, que conducirá a agresiones ofensivas para recuperar el equilibrio. [...] Europa estará sumida en luchas internas, se agolparán en sus costas un gran número de refugiados y Asia sufrirá graves crisis por causa de la escasez de agua y de alimentos. El caos y el conflicto serán características endémicas de la vida. Una vez más, la guerra definiría la vida humana”.

Los fenómenos de sequía, desertización y ciclos irregulares de lluvia producen perturbaciones en la producción alimentaria en amplias regiones del mundo, de manera que los países del sur global, que son los más pobres y dependientes de la agricultura, y los menos responsables por la desestabilización climática, sufrirían con mayor intensidad sus efectos y se encontrarían con menos recursos y estrategias para hacerles frente. Este fenómeno tendría repercusiones directas para los países económicamente desarrollados. Así, el Programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas prevé que antes de 2020 se produzca el desplazamiento migratorio de 20 millones de refugiados ambientales. Este movimiento no se producirá solamente hacia las costas europeas, sino también como fenómeno interno dentro de Europa, desde las zonas

desertizadas (como la región sur de España) hacia regiones más habitables y saludables. Por otra parte, en los próximos 25 años se triplicará el número de crisis alimentarias provocadas por fenómenos climáticos extremos (US-UK Taskforce on Extreme Weather, 2015).

Un informe publicado en 2007 por la CNA Corporation, asociada al Pentágono, examina dicho fenómeno en un extracto destacado:

“El cambio climático actúa como una amenaza multiplicadora de la inestabilidad. [...] A diferencia de la mayoría de amenazas convencionales para la seguridad, en las que un solo ente actúa de determinada manera en diferentes momentos del tiempo, el cambio climático puede ocasionar múltiples condiciones crónicas a nivel global y de forma simultánea. Las condiciones económicas y medioambientales en las áreas más debilitadas se degradarán a medida que la producción de alimentos disminuya, las enfermedades aumenten, el agua potable se haga cada vez más escasa y las poblaciones migren en busca de recursos. Los gobiernos debilitados o fallidos, con un estrecho margen de supervivencia, son caldo de cultivo para el conflicto interno, el extremismo y una tendencia hacia un mayor autoritarismo y hacia ideologías radicales. Los Estados Unidos se verán involucrados con mayor frecuencia en estas situaciones para proveer ayuda, rescate y apoyo logístico, o bien para estabilizar las condiciones antes de que el conflicto estalle”.

En otra sección señala asimismo la incidencia de estos fenómenos en la gobernabilidad de los países:

“Cuando un gobierno se muestra incapaz de rendir servicios a su pueblo, asegurar el orden público y proteger las fronteras contra invasiones foráneas, se presentan las condiciones justas para que los trastornos, el extremismo y el terrorismo llenen el vacío. La mayor preocupación llegará a ser el movimiento de refugiados y solicitantes de asilo que, por la destrucción ecológica, opten por emigrar” (CNA Corporation, 2007).

Se observa, por tanto, que el cambio climático afecta a las condiciones de posibilidad de la

transición a un modelo productivo de futuro, a la solidez de los sistemas social y ecológico sobre los cuales se sustenta una economía próspera y que posibilitan un modelo de desarrollo sostenible. La planificación a medio y largo plazo de la creación de empleo de calidad en sectores estratégicos y el aprovechamiento de los yacimientos de empleo verde no pueden plantearse, por tanto, obviando la crisis ecológica y sus implicaciones geopolíticas. Como concluía el informe *Environment and Development Challenges: The Imperative to Act*, redactado por un conjunto de destacadas personalidades galardonadas con el Premio Blue Planet, “ante una emergencia absolutamente sin precedentes, la sociedad no tiene más remedio que emprender medidas drásticas para evitar un desmoronamiento de la civilización. O cambiamos nuestros modos de hacer y construimos una sociedad global de cuño absolutamente nuevo, o vendrá algo peor que nos los hará cambiar por la fuerza” (Brundtland et. al., 2012).

De ahí que un número creciente de economistas esté planteando la necesidad de un cambio de paradigma en el seno de las ciencias económicas que integre en sus modelos las restricciones al crecimiento que impone el hecho de que vivimos en un planeta con recursos finitos, con equilibrios ecológicos frágiles y gravemente deteriorados por la acción del ser humano.

2.2. La necesidad de un cambio de paradigma en el pensamiento económico

Para abordar la crisis ecológica se requieren no solo nuevas tecnologías y políticas públicas proactivas e innovadoras, sino, antes bien, un cambio de paradigma en la forma en que concebimos la naturaleza y nuestra relación con ella. El pensamiento económico hegemónico, heredero de la tradición de la escuela de Chicago liderada por Milton Friedman en los años ochenta, presupone que el crecimiento económico ilimitado en un planeta de recursos finitos es posible gracias a la constante innovación tecnológica, que permite producir más con menos. Presupone también que la producción es un proceso abstracto desligado de la biosfera, como si esta fuera una especie de repositorio inagotable de “recursos naturales” disponibles para satisfacer los requerimientos materiales de la sociedad industrial.

Desde esta perspectiva, la biosfera es un subsistema de la economía, mientras que la naturaleza se encuentra ahí afuera, sin que el ser humano forme parte de ella, como si, situado por encima de ella, pudiera disponer de sus recursos ilimitadamente.

El modelo de la *economía ecológica* parte del supuesto contrario, a saber: que la economía es un subsistema de la biosfera y que las leyes de la economía deben someterse a las leyes físicas del medio natural para poder garantizar una actividad productiva sostenible en el tiempo, capaz de satisfacer las necesidades del ser humano en las generaciones presentes y futuras, preservando los equilibrios ecológicos que hacen posible la reproducción y continuidad de la vida sobre el planeta Tierra. Carpintero (2014) señala que la economía ecológica pone el acento en que el funcionamiento de la economía está restringido y condicionado por las leyes que gobiernan el funcionamiento de la propia biosfera y tiene por objetivo, consecuentemente, “comprender y evaluar la sostenibilidad desde un punto de vista ‘fuerte’, y como una cuestión de ‘escala’ o tamaño que el subsistema [la economía] ocupa dentro de la propia biosfera”.

De esta constatación fundamental se deriva la necesidad de que las ciencias económicas incluyan una perspectiva holística e integradora de las magnitudes biofísicas, que tienda puentes con las demás ciencias sociales y aborde las crisis económica, social y ambiental desde una perspectiva compleja y multidimensional. Ese cambio de paradigma sienta las bases para una respuesta adecuada al cambio climático, que deberá incluir necesariamente medidas de mitigación y adaptación, para lo cual será necesario promover profundas transformaciones en el sistema energético y económico; en otras palabras, en nuestro modo de producir y de consumir.

3. ESCENARIOS DE RESPUESTA ANTE LA CRISIS CLIMÁTICA

Las medidas tanto de adaptación como de mitigación deben comenzar cuanto antes y para ello se requiere un compromiso político, social y empresarial. Por lógico que parezca, resulta vital entender que la mejor medida de mitigación es reducir cuanto antes las emisiones para que el

aumento de temperaturas no se sitúe en los peores escenarios. Multitud de sectores económicos deberían establecer ya formas de adaptación a los eventos contemplados, para lograr que los daños no sean tan graves y exista capacidad de resiliencia en cada uno de ellos.

3.1. Mitigación

Como ya se ha analizado, los impactos del cambio climático variarán sustancialmente dependiendo de si el nivel global de GEI en la atmósfera evoluciona hacia un escenario de bajas o de altas emisiones, lo que conduce a la paradójica situación de que un país altamente afectado por el cambio climático, como es España, tiene un margen de agencia limitado para actuar sobre las causas que lo producen, ya que el cambio climático es un fenómeno “de escala global, sin precedentes y de rápida evolución” (Gómez Cantero, 2015) que necesita igualmente de medidas contundentes adoptadas a nivel global.

El hecho de que ningún país pueda resolver por sí solo y en su totalidad las causas del cambio climático, ni pueda protegerse completamente contra sus efectos, implica que la comunidad internacional se encuentra ante el reto mayúsculo de establecer un acuerdo de cooperación global para actuar de forma coordinada y solidaria, y poder aplicar las medidas necesarias para atajar este problema. Una actitud de responsabilidad y realismo ecológico implica adoptar políticas decididas por parte de todos los actores implicados, tanto por los gobiernos y empresas de naciones grandes como las de tamaño menor, y de los países que acumulan mayores niveles de emisiones históricas, como de aquellos que se han convertido en grandes emisores en época más reciente (por ejemplo, China).

España, por ejemplo, es responsable del 1,6 por ciento de los GEI emitidos globalmente. Podría argumentarse que, tratándose de un país relativamente pequeño en términos de huella ecológica, los esfuerzos por reducir nuestro nivel de emisiones son vanos o de importancia menor, ya que, aunque el nivel de emisiones de GEI en España se redujera a 0, aún restarían un 98,4 por ciento de emisiones, lo cual convertiría nuestros esfuerzos en irrelevantes en términos prácticos. Este cálculo reduccionista ignora la realidad del

liderazgo climático que países aún más pequeños, como Dinamarca, han emprendido desde hace décadas (a pesar de ser responsables únicamente del 0,1 por ciento del nivel total de emisiones) adoptando políticas de planificación urbanística y de eficiencia energética que han contribuido sensiblemente a mejorar la calidad de vida de sus habitantes. En la misma línea, países como Alemania transitan hacia un sistema energético basado en su totalidad en las energías renovables, renunciando incluso a la energía nuclear.

En el caso de España, la encuesta global *World Wide Views on Climate and Energy* revela el alto grado de compromiso y concienciación de la población española en relación a la transición hacia un modelo productivo y energético ambientalmente sostenible, sensiblemente por encima de la media mundial. Para el 76,9 por ciento de los españoles deben adoptarse “a toda costa” las decisiones necesarias para limitar el calentamiento a una temperatura máxima de 2°C, cueste lo que cueste, frente al 63,3 por ciento de media a nivel mundial que así lo considera. A la pregunta sobre si España debería tomar medidas para reducir sus emisiones de GEI, incluso en el caso de que muchos otros países no lo hagan, el 94,8 por ciento responden afirmativamente, frente al 79,1 por ciento de la media mundial. Asimismo, la encuesta revela que el 70 por ciento de los españoles cree que debe suspenderse “definitivamente” la explotación de todas las reservas de combustibles fósiles, frente al 45,1 por ciento de media mundial. Estos y otros indicadores presentados en la encuesta revelan que una amplia mayoría de la población española comprende los riesgos que entraña la inestabilidad climática y los costes asociados a combatirla pero, aun así, entiende que las decisiones deben tomarse por responsabilidad climática.

Una acción gubernamental receptiva a la opinión pública actual debería asumir en la cumbre del clima COP21 de París un compromiso de reducción de emisiones de GEI congruente con las evidencias presentadas por la comunidad científica internacional, reunida en torno al IPCC, y proporcional a la dimensión de los riesgos que el cambio climático representa para la economía y la sociedad españolas; medidas encaminadas a la profunda reconversión del sector energético que apuesten por una transición integral a las energías renovables, la transformación del sector de los transportes (incentivando la extensión y

mejora del transporte público, la generalización del coche eléctrico y la promoción del uso de la bicicleta), la reforma del sector agrario y ganadero (en la dirección de aproximar el lugar de producción al lugar de consumo) la utilización de técnicas respetuosas con el medio ambiente, la protección de las masas forestales y de las áreas naturales existentes en nuestro país.

3.2. Adaptación

Nos encontramos en un momento en que, incluso si las emisiones de GEI se redujeran súbitamente a cero, aún se dejarían sentir las consecuencias del cambio climático por el efecto invernadero que producen las emisiones acumuladas en la atmósfera, con lo cual, aun en el más optimista de los escenarios, resultaría necesario compatibilizar políticas de adaptación (para abordar los impactos que ya son inevitables y aprovechar, en la medida de lo posible, las nuevas condiciones que planteará) con las de reducción de emisiones (para minimizar los impactos futuros). El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático define un conjunto de sectores y sistemas especialmente sensibles al cambio climático y explora las posibilidades de adaptación. Entre ellos, se encuentran la preservación de la biodiversidad, la protección de los bosques, de las zonas costeras y de montaña, la innovación en el sector agrícola, el turismo, el urbanismo, las finanzas o el sistema energético, la promoción de la salud humana, así como la formación y sensibilización ambiental. Sobre cada uno de estos ámbitos se realiza una evaluación en la que se contemplan aspectos tales como la “vulnerabilidad, la seguridad alimentaria, la desigualdad social o la seguridad humana” (Ministerio de Medio Ambiente, 2008). El proceso de reconversión y adaptación de todos estos sistemas no es solo una labor ineludible, sino que constituye también una formidable oportunidad para la creación de empleo de calidad.

3.3. El empleo verde como estrategia de mitigación y adaptación

En 2010, en España había más de medio millón de empleos verdes, un 2,62 por ciento de la población ocupada, con un incremento del 235

por ciento desde el año 2000 (OSE, 2010). Según el informe *Empleos verdes para un desarrollo sostenible. El caso español*, elaborado por la Fundación SustainLabour (2012), España cuenta con un potencial privilegiado de creación de nuevos empleos. Por otra parte, el informe *Empleo verde en una economía sostenible*, elaborado a instancias del Ministerio de Medio Ambiente, también señalaba prometedoras perspectivas de creación potencial de empleo verde en determinados sectores. De entre ellos, destacaba seis sectores productivos en los cuales España cuenta con mayor potencial de creación de empleo: la gestión del ciclo integral del agua (gestión eficaz de los recursos hídricos); las energías renovables (que requieren aún un altísimo nivel de inversión en I+D+i para ser comercialmente competitivas e implantadas a escala masiva, ayudando a reducir la dependencia energética del exterior); la gestión y el control (servicios de auditoría, consultoría y servicios ambientales a empresas); la biotecnología ambiental (fundamental para desarrollar nuevas estrategias de respuesta al calentamiento global); la nanotecnología (de cuyas potencialidades se informa ampliamente en este mismo número), y la educación y formación (propiciando cambios en la manera de pensar e incluso en los propios modelos de negocio). El informe señala otros sectores con alto potencial de reconversión hacia la economía verde, como es el turismo sostenible (ligado a un disfrute recreativo y respetuoso de la naturaleza que promueve el desarrollo rural) y el sector de la construcción hacia la rehabilitación-edificación sostenible.

La transición hacia un modelo productivo sostenible constituye una oportunidad para la creación de empleo y para el bienestar social. Así lo refleja la creencia mayoritaria en España, según revela la mencionada encuesta de valores y creencias sobre el clima y energía: el 77,8 por ciento de los españoles considera que las medidas para luchar contra el cambio climático son, sobre todo, una oportunidad para mejorar nuestra calidad de vida.

4. REFLEXIÓN/CONCLUSIÓN SOBRE LA PROBLEMÁTICA Y LA URGENCIA DE ACTUAR

El cambio climático es una realidad. La ausencia de medidas y protocolos de actuación, no solo a nivel nacional, sino también internacio-

nal, puede provocar uno de los mayores desastres a los que se haya enfrentado el ser humano. Diferentes estudios muestran cómo distintos sectores económicos sufrirán daños. Pero no solo las economías se verán afectadas, también la salud y la vida de las personas. Los costes económicos y humanos aumentan acumulativamente con cada año de inacción (Brundtland, 2012). Actuar a tiempo es, pues, la única forma de evitar tales costes y constituye, al mismo tiempo, una excelente oportunidad para caminar hacia un modelo productivo y social sostenible, generador de empleo de calidad y de bienestar humano.

BIBLIOGRAFÍA

ALBEROLA ROMA, A. (2014), *Los cambios climáticos: la Pequeña Edad de Hielo en España*, Madrid, Cátedra.

BRUNDTLAND, G. et al. (2012), *Environment and Development Challenges: The Imperative to Act*, documento conjunto de laureados con el Premio Blue Planet, Tokio, Fundación Asahi Glass.

CARPINTERO, O. (2015), *El metabolismo de la economía española. Recursos naturales y huella ecológica (1955-2000)*, Lanzarote, Fundación César Manrique.

CNA CORPORATION (2007), *National Security and the Threat of Climate Change*, CNA Corporation, Alexandria (VA).

EOI (2010), *Green jobs: empleo verde en España*, Madrid, Fundación de la Escuela de Organización Industrial.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2012), *Climate Change, Impacts and Vulnerability in Europe 2012 An Indicator-based Report*, Dinamarca.

FAO (2012), *Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura. Visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos*, [<http://www.fao.org/docrep/015/i0994s/i0994s00.htm>].

FUNDACIÓN BIODIVERSIDAD (2010), *Empleo verde en una economía sostenible*, Madrid, Fundación Biodiversidad y Observatorio de la Sostenibilidad en España (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino).

GÓMEZ CANTERO, J. (2015), *Cambio climático en Europa 1950–2050, Percepción e Impactos*, Madrid, ALE.

IPCC (2014), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability* (Parte A: *Global and Sectorial Aspects*, y Parte B: *Regional Aspects*). Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Reino Unido.

JACOBS, M. (1996), *La economía verde: medio ambiente, desarrollo sostenible y política del futuro*, Barcelona, Icaria/FUHEM.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2008), *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático*, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marítimo.

OECC (2005), *Principales conclusiones de la evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente.

OLCINA CANTOS, J. (2012), "Turismo y cambio climático: una actividad vulnerable que debe adaptarse", *Investigaciones Turísticas*, 4: 1-34.

ONU (1987), *Nuestro futuro común*, Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Nueva York, Naciones Unidas.

PARENTI, C. (2011), *Tropic of Chaos: Climate Change and the New Geography of Violence*, Nueva York, Nation Books.

PISERRA M.T.; WIRTZ B. y J. SÁEZ (2005), "Impactos sobre el sector del seguro". En MORENO, J.M. (coord.), *Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático*, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente: 691-726.

SCHWARTZ, P. y D. RANDALL (2003), *An abrupt Climate Change Scenario and Its Implications for United States National Security* (http://www.climate.org/PDF/clim_change_scenario.pdf).

SUSTAINLABOUR (2012), *Empleo verde para un desarrollo sostenible. El caso de España* (<http://www.sustainlabour.org/proyecto.php?lang=ES&idproyecto=18>).

UK-US TASKFORCE ON EXTREME WEATHER AND GLOBAL FOOD SYSTEM RESILIENCE (2015), *Extreme*

Weather and Resilience of the Global Food System, Swindon, The Global Food Security Programme.

WORLD WIDE VIEWS ON CLIMATE AND ENERGY (2015), *From the World's Citizens to the Climate and Energy Policymakers and Stakeholders. Results Report*, Copenhagen, WWViews, (<http://climateandenergy.wwviews.org/>).

RSC: de un concepto secuestrado a una herramienta de I+D a través de la innovación social

El ejemplo de las TIC

ALBERTO ANDREU PINILLOS*

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo plantear la necesidad de impulsar el concepto de la "responsabilidad social corporativa" (RSC) hacia la idea de "innovación social". El propósito último de esta necesaria evolución es convertir la RSC en bandera de un nuevo modelo de crecimiento económico que, pensando en el medio y largo plazo, cree un impacto positivo en la sociedad y, en última instancia, en el empleo. Convertida en innovación social, la RSC constituye una palanca para lanzar nuevas ideas (de productos, servicios y modelos de negocio) que sean capaces tanto de satisfacer necesidades sociales perentorias (de forma más eficiente que otras alternativas), como de crear nuevas relaciones sociales o colaboraciones en el tejido productivo y nuevos motores de empleo basados en la economía social. La RSC cobra así su verdadero sentido, su verdadera naturaleza, y se libera del secuestro y del "efecto halo" a los que la han sometido las acciones de *marketing* social y filantropía empresarial, entendidas ambas como funciones periféricas a la estrategia empresarial y al *core business*.

* Telefónica y Universidad de Navarra (www.albertoandreu.com).

1. LA RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA, UN CONCEPTO "SECUESTRADO"

1.1. El Pacto Mundial como punto de partida

A efectos de esta exposición, tomaré como punto de partida del movimiento global asociado a la responsabilidad social corporativa (RSC) el lanzamiento del *Global Compact* o Pacto Mundial, el 31 enero de 1999, por el entonces Secretario General de Naciones Unidas, Koffi Annan, en el seno del Foro de Davos. En su discurso, Annan (1999) presentó el Pacto como una iniciativa basada en "valores y principios compartidos que den un rostro humano al mercado mundial".

El Pacto Mundial nació como un llamamiento a las empresas para que adoptasen nueve principios universales en los ámbitos de los derechos humanos, las normas laborales y el medio ambiente. El Pacto agrupaba a empresas,

CUADRO 1

LOS DIEZ PRINCIPIOS DEL PACTO MUNDIAL DE NACIONES UNIDAS

Derechos humanos (ppios. 1-2)	1. Las empresas deben apoyar y respetar la protección de los derechos humanos fundamentales, reconocidos internacionalmente, dentro de su ámbito de influencia. 2. Las empresas deben asegurarse de que sus empresas no son cómplices en la vulneración de los derechos humanos.
Estándares laborales (ppios. 3-6)	3. Las empresas deben apoyar la libertad de asociación y el reconocimiento efectivo del derecho a la negociación colectiva. 4. Las empresas deben apoyar la eliminación de toda forma de trabajo forzoso o realizado bajo coacción. 5. Las empresas deben apoyar la erradicación del trabajo infantil. 6. Las empresas deben apoyar la abolición de las prácticas de discriminación en el empleo y la ocupación.
Medio ambiente (ppios. 7-9)	7. Las empresas deben mantener un enfoque preventivo que favorezca el medio ambiente. 8. Las empresas deben fomentar las iniciativas que promuevan una mayor responsabilidad ambiental 9. Las empresas deben favorecer el desarrollo y la difusión de las tecnologías respetuosas con el medio ambiente.
Anticorrupción (ppio. 10)	10. Las empresas deben trabajar contra la corrupción en todas sus formas, incluidas la extorsión y el soborno.

Fuente: <http://www.pactomundial.org/category/aprendizaje/10-principios/>

asociaciones internacionales de trabajadores y organizaciones no gubernamentales, con organismos de la ONU y otras instancias, para fomentar la colaboración y crear un mercado mundial más equitativo con cabida para todos. A mediados de 2004, se añadió un décimo principio de lucha contra la corrupción, sobre la base de la Convención de las Naciones Unidas contra la Corrupción. No hay más que leer el documento con los diez principios para advertir que la filantropía no entraba entre las prioridades del Pacto (cuadro 1).

El Pacto Mundial no nació como un instrumento de regulación, un código de conducta internacional con fuerza jurídica obligatoria, ni como un organismo para formular normativas internacionales. Muy al contrario, el Pacto se estableció como una iniciativa de carácter voluntario para fomentar entre las empresas un liderazgo empresarial comprometido y creativo a favor de una globalización ordenada. Y es que el proceso de globalización se sitúa en el origen de la RSC, con impacto importante sobre multinacionales y sociedad civil.

Por una parte, la globalización situó a las grandes multinacionales en un “teatro de ope-

raciones” global¹. Este hecho implica que, generalmente, estas empresas actúan con reglas de juego distintas: de un lado, mantienen las actividades de valor añadido (I+D, diseño, gestión del talento, etc.) en sus países del entorno occidental (que cuentan con unos estándares legislativos de alto nivel en materia social, laboral y medioambiental); de otro lado, deslocalizan en países en vías de desarrollo (con una legislación más laxa en estas materias) actividades de menor valor añadido (ensamblaje, manufactura, etc.). Con ello, las multinacionales actúan con estándares legislativos, culturales, sociales e institucionales diferentes en cada parte del globo. Y es ahí donde, para algunos autores, ha surgido la RSC como una llamada a las empresas globales a actuar, de forma voluntaria, con un comportamiento más o menos homogéneo en lo social, lo laboral y lo medioambiental en el ejercicio de sus actividades (De la Cuesta, 2004).

Por otra parte, la globalización aceleró el despegue definitivo de las ONG que han hecho del escrutinio de las empresas multinacionales

¹ “Getting CSR right”, *The Economist*, edición impresa del 17 de enero de 2008.

una bandera de trabajo. Así nació el Foro Social Mundial (FSM), reunido por primera vez en 2001, en la ciudad brasileña de Porto Alegre, como punto de unión de las principales ONG que reivindicaban mayor “justicia social” en el proceso de globalización². De hecho, según sus propios creadores, el FSM surge como un movimiento de oposición al Foro Económico Mundial de Davos y, en consecuencia, como una instancia de vigilancia del proceso iniciado por el Pacto Mundial³.

Por estos motivos, el Pacto Mundial supuso un antes y un después en materia de RSC, ya que actuó como desencadenante de todos los instrumentos multilaterales e internacionales que hoy conforman el armazón institucional de esta materia; todo ello sin olvidar que la primera definición formal de RSC data de mediados de los años cincuenta (Bowen, 1953⁴), y que, hasta 1999, un amplio conjunto de iniciativas –especialmente medioambientales– podrían incluirse bajo el paraguas de la RSC. Entre los citados instrumentos multilaterales e internacionales destacan los siguientes: la *Global Reporting Initiative* (GRI) (1999)⁵, la norma marco AA1000

² El primer Foro Social Mundial se celebró entre el 25 y el 30 de enero de 2001 en Porto Alegre, Brasil, una de las plazas fuertes del Partido de los Trabajadores. Desde entonces, se han celebrado reuniones del FSM en Porto Alegre (2001, 2002 y 2003, 2005 y 2012), Bombay (2004), Venezuela (2006), Nairobi (2007), Belém (2009), Dakar (2011) y Túnez (2013 y 2015). El FSM se autodefine como “un espacio de debate democrático de ideas, profundización de la reflexión, formulación de propuestas, cambio de experiencias y articulación de movimientos sociales, redes, ONG y otras organizaciones de la sociedad civil que se oponen al neoliberalismo y al dominio del mundo por el capital y por cualquier forma de imperialismo”. Tras el primer encuentro mundial, el FSM se ha configurado como un proceso mundial de permanente búsqueda y construcción de alternativas a las políticas neoliberales.

³ Los impulsores de FSM fueron Bernard Cassen, periodista francés que en aquel momento dirigía la Asociación internacional para la Tasación de las Transacciones Financieras para la Ayuda al Ciudadano (ATTAC), el Partido de los Trabajadores de Brasil (PT) y Boaventura de Sousa Santos, doctor en Sociología del Derecho por la Universidad de Yale y catedrático de Sociología en la Universidad de Coimbra.

⁴ Publicado hace más de 50 años, el libro de Bowen teoriza sobre la relación entre empresa y sociedad, y explora las políticas, decisiones y líneas de acción de la empresa en términos de los valores y objetivos sociales, y cómo se puede promover la responsabilidad social a través de cambios institucionales.

⁵ GRI es una institución independiente que creó el primer estándar mundial de lineamientos para la elaboración de memorias de sostenibilidad de aquellas compañías que desearan evaluar su desempeño económico, ambiental y social. Fue en 1999 cuando, con la adhesión de UNEP, agencia de Naciones Unidas dedicada a la protección del medio ambiente, se realizó el primer borrador de las directrices GRI. En 2000 ese borrador se convirtió en la primera Guía GRI (<http://www.globalreporting.org/AboutGRI/WhatsGRI/History/>).

(1999)⁶, el *Dow Jones Sustainability Index* (DJSI) (1999)⁷, el *International Standard on Assurance Engagements* ISAE 100 (2000)⁸, las directrices de la OCDE para empresas multinacionales⁹, el *Libro Verde ‘Fomentar un marco europeo para la Responsabilidad Social de las Empresas de la Unión Europea’* (Comisión Europea, 2001), la declaración tripartita de principios sobre las empresas multinacionales, la política social de la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2002), y la ISO 26000, cuyos trabajos concluyeron en 2010¹⁰.

Todas estas iniciativas pensaron desde su inicio en una RSC vinculada al negocio, más allá de la filantropía; en una RSC que tenía que ver con la forma de hacer negocios más que con donaciones a fines solidarios.

1.2. La respuesta de la empresa española

En estos últimos quince años, las multinacionales, en general, y la gran empresa española en particular, han hecho razonablemente bien sus deberes. Hoy por hoy, España y sus empresas están al frente de muchas iniciativas mundiales de RSC: lideramos el *ranking* de países del Pacto Mundial de Naciones Unidas, con más de 1.000 empresas firmantes en 2011¹¹; en la revisión del

⁶ El documento correspondiente puede descargarse en: <http://www.accountability.org/images/content/2/1/213/AA1000%20Framework%201999.pdf>

⁷ Lanzados en 1999, los *Dow Jones Sustainability Index* ofrece los primeros índices globales que hacen un seguimiento del resultado financiero de las compañías globales lideradas bajo criterios de sostenibilidad (<http://www.sustainability-index.com/>).

⁸ Inicialmente lanzado en junio de 2000, el *International Standard on Assurance Engagements* (ISAE 100) se creó con el propósito de proporcionar un marco básico para auditorías de gran escala sobre los procesos de información no financiera. Este tipo de auditorías incluye los informes medioambientales, sociales y de sostenibilidad. En diciembre de 2013 se publicó la última versión del ISAE 3000 (<https://www.ifac.org/publications-resources/international-standard-assurance-engagements-isae-3000-revised-assurance-enga>).

⁹ La última revisión de estas directrices: OCDE (2013).

¹⁰ La ISO 26000 se aprobó el 16 de septiembre de 2010, con el 93 por ciento de los votos a favor, entre los que figuran países como China, España, Dinamarca, Francia e Italia. Estados Unidos y Cuba, en cambio, emitieron votos negativos.

¹¹ La Asociación Española del Pacto Mundial (ASEPAM) se creó el 15 de noviembre de 2004. En tan solo un año, las entidades firmantes del Pacto pasaron de 270 a 360; hoy día su número supera las mil, mientras que la Asociación ha pasado a denominarse “Red Española del Pacto Mundial de Naciones Unidas” (<http://www.pactomundial.org/>).

DJSI 2010-2011, 17 de 34 empresas elegibles (es decir, la mitad) fueron incluidas en el índice¹²; en 2010, 160 corporaciones españolas realizaron informes de sostenibilidad (de un total de 3.000 a nivel mundial) ajustadas a los criterios GRI¹³. Además, España ha sido el primer país de la Unión Europea (UE) en crear un Consejo Estatal para impulsar la RSC¹⁴.

No es un mal balance para estos primeros años del siglo XXI. Sin embargo, ¿por qué todavía seguimos pensando que la RSC está más relacionada con los proyectos sociales o la filantropía empresarial? La razón hay que buscarla probablemente en un simple hecho: en la mayoría de las empresas del IBEX 35, esta función se halla encuadrada bien en las direcciones de comunicación, *marketing* o relaciones institucionales, bien en las fundaciones empresariales. En un caso (comunicación) y en otro (fundaciones), el mensaje tácito que se emite es claro: para las empresas, la RSC es básicamente una actividad orientada a mejorar su imagen, no tanto a transformar su modelo de gestión. Casado (2011) ha investigado la ubicación organizativa de los departamentos vinculados a la gestión del intangible, comprobando que las funciones de RSC se han incluido mayoritariamente en departamentos encargados de la comunicación, la reputación corporativa y las relaciones institucionales (90 por ciento). De la misma forma, ha advertido que la denominación de estos departamentos que desempeñan la función de RSC se halla estrechamente conectada con las áreas de comunicación y funciones próximas. Esta posición estructural se traduce, además, en la asignación de recursos que hacen las empresas, en tiempo y en presupuesto, a la función de RSC.

En concreto, en un estudio realizado en España en 2009 por la Escuela de Organización Industrial (EOI), el Instituto de Análisis e Intan-

¹² Estas compañías eran: Abertis, Acciona, BBVA, Santander, Critería CaixaCorp, Enagás, Endesa, Ferrovial, FCC, Gas Natural Fenosa, Iberdrola, Iberia, Indra, Inditex, Mapfre, Repsol y Telefónica. Además, Telefónica y Gas Natural lideraron los supersectores de telecomunicaciones y distribución de gas, respectivamente, en el DJSI Global (<http://www.sustainability-index.com/>).

¹³ Ernst Ligteringen, director ejecutivo de Global Reporting Initiative (GRI). La entrevista puede consultarse en: <http://bancaparatodos.com/videos/%C2%BFpor-qu%C3%A9-el-reporting-de-sostenibilidad-debe-convertirse-en-una-pr%C3%A1ctica-com%C3%BAAn/>

¹⁴ El Real Decreto 221/2008, de 15 de febrero, crea y regula el Consejo Estatal de Responsabilidad Social de las Empresas (CERSE) (BOE de 29 de febrero de 2008).

gibles (IAI) y la Asociación de Directivos de Comunicación, ante la pregunta abierta sobre las principales funciones establecidas por la empresa para su puesto de Dircom¹⁵, el resultado más recurrente fue: “gestionar la comunicación externa e interna” (citado por el 30,9 por ciento), seguido de “gestionar la imagen corporativa” (21,0 por ciento). La RSC figuraba en décimo puesto, lo que la coloca en un plano secundario (DIRCOM, 2010).

1.3. La percepción de la RSC en los medios de comunicación y la opinión pública españoles

A la luz de las evidencias trazadas en la sección anterior, apenas extraña que, quince años después de constituirse el Pacto Mundial, los medios de comunicación y la opinión pública en España sigan asociando la RSC más con el compromiso social (altruismo y filantropía) que con el *core business* de la empresa.

Por lo que respecta a los medios de comunicación, principales agentes de conformación de la opinión pública, los datos dejan poco margen de duda. En un estudio realizado por Servimedia y Estudio de Comunicación en julio de 2009, un 73,7 por ciento de los entrevistados procedentes de los principales medios de comunicación de España (prensa nacional, autonómica, radio y televisión) relacionaban la RSC, sobre todo, con el altruismo o la filantropía (Servimedia y Estudio de Comunicación, 2010).

Y por lo que hace a la opinión pública, el informe Forética 2011 recogió los resultados de encuestas en las que se preguntaba por el nivel de “conocimiento” y de “nitidez” del concepto de RSC. Los datos ofrecen soporte a la tesis según la cual la RSC no se vincula nítidamente al *core business*. Por una parte, y a propósito del nivel de *conocimiento* del concepto, ante la pregunta: “¿Ha oído alguna vez la expresión «responsabilidad social de la empresa» (o «responsabilidad social corporativa»)”, el 61,2 por ciento de los entrevistados manifestaron no conocer esta figura. Por

¹⁵ La pregunta era la siguiente: “Defina la principal función que ha fijado la empresa para su puesto de Dircom”. La encuesta, realizada en julio de 2009, incluía 81 entrevistas (sobre un total de 450 socios). La tasa de éxito (18 por ciento) se halla por encima de la obtenida en estudios de similares características; el error muestral se sitúa en $\pm 10,0$ por ciento.

otra parte, en cuanto al nivel de *nitidez*, los aspectos con los que los ciudadanos vincularon la RSC se referían más a las dimensiones “ambiental” y “social”, que a la económica.

1.4. El origen del problema: la RSC, un concepto indeterminado

¿Por qué se ha llegado a esta situación? En mi opinión, el concepto de RSC no ha respondido a las expectativas creadas por los siguientes motivos. En primer lugar, se trata de un concepto de difícil y no unívoca definición. Tal como se ha comentado en repetidas ocasiones, “(n)o existe una definición única de lo que significa la RSC, pues generalmente esta depende de la cultura, religión o tradición de cada sociedad. No existe una talla única, por lo que se debe diseñar una para cada caso y necesidad”¹⁶. Eso significa que, *de facto*, estamos ante un concepto indeterminado, susceptible de entenderse de muchas formas.

Así, por ejemplo, el ya citado *Libro Verde* define la RSC como “(l)a integración voluntaria, por parte de las empresas, de las preocupaciones sociales y medioambientales en sus operaciones comerciales y sus relaciones con sus interlocutores (*stakeholder*)” (Comisión Europea, 2001). En cambio, el Foro de Expertos impulsado por el gobierno español establece que “(l)a Responsabilidad Social de la Empresa es, además del cumplimiento estricto de las obligaciones legales vigentes, la integración voluntaria en su gobierno y gestión, en su estrategia, políticas y procedimientos, de las preocupaciones sociales, laborales, medio ambientales y de respeto a los derechos humanos que surgen de la relación y el diálogo transparentes con sus grupos de interés, responsabilizándose así de las consecuencias y los impactos que se derivan de sus acciones” (MTAS, 2005). Por su parte, el Instituto Ethos Brasil proporciona esta definición de la RSC: “es la forma de gestión definida por la relación ética y transparente de la empresa con todos los públicos con los cuales se relaciona, y por el establecimiento de metas empresariales compatibles con el desarrollo sustentable de la sociedad, preservando recursos ambientales y

¹⁶ Palabras de Bjorn Stigson, presidente del *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD).

culturales para las futuras generaciones, respetando la diversidad y promoviendo la reducción de las desigualdades sociales”¹⁷. Más sintéticamente define el concepto el *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD): “RSC es el continuo compromiso de los negocios para conducirse éticamente y contribuir al desarrollo económico mientras mejoran la calidad de vida de sus empleados y familias, así como de la comunidad local y sociedad en general”¹⁸. Finalmente, para Forética, “la responsabilidad social de las organizaciones es el fenómeno voluntario por el que se busca conciliar el crecimiento y la competitividad, integrando al mismo tiempo el compromiso con el desarrollo social y la mejora del medioambiente”¹⁹.

A todo ello hay que unir, además, que no se trata de un concepto comúnmente aceptado. Así, por ejemplo, ha sido rechazado por autores de referencia en la historia económica, como Milton Friedman. Este economista calificó la RSC como “fundamentalmente una doctrina subversiva en una sociedad libre”, a lo que añadió que “hay una y solo una responsabilidad social en las empresas, que es usar y alinear sus recursos y sus actividades para incrementar sus beneficios, siempre que cumplan con las leyes, lo que es tanto como decir que operan en libre competencia evitando cometer fraude” (Friedman, 1970). Sin embargo, conviene no olvidar que el propio Friedman afirmó que la RSC no es exclusivamente un tema de las grandes corporaciones, sino que también se halla íntimamente relacionada con el comportamiento de los directivos, los sindicatos y los propios consumidores.

Se trata, por tanto, de un concepto con muchas aristas, especialmente complicadas de conciliar con el mundo anglosajón, donde se vincula específicamente con aspectos legales y jurídicos. Para los anglosajones, *responsibility* equivale a indemnizaciones, a juicios, a lo que allí se denomina *compliance* (por eso, la gestión de los códigos éticos está en manos de los abogados, no de las áreas de RSC). Esta característica dificulta la visión de la RSC como algo

¹⁷ Véase http://www1.ethos.org.br/EthosWeb/pt/29/o_que_e_rse/o_que_e_rse.aspx. Esta misma definición es compartida por el Instituto Argentino de Responsabilidad Social Empresarial (IARSE).

¹⁸ Véase <http://www.wbcd.org/work-program/business-role/previous-work/corporate-social-responsibility.aspx>

¹⁹ Véase <http://www.foretica.org/conocimiento-rse/ques-rse?lang=es>

voluntario: si hay responsabilidad jurídica de fondo, no hay voluntariedad, piensan los anglosajones. Por otra parte, el adjetivo *social* incluido en el concepto conduce al imaginario de “la solidaridad”, más que a la idea de construir relaciones de confianza con los grupos que se acercan a una institución con un interés legítimo. En este sentido, el término *social* y su imaginario han generado un “efecto halo” de tal calibre sobre la RSC que han llegado a darle sentido al todo²⁰. Por último, el adjetivo *corporativa* o *empresarial* induce a pensar que afecta estrictamente a las empresas, alejando a cualquier otra institución de esta cuestión.

La variedad de contenidos implícitos en el concepto de RSC lo hacen difícilmente aprehensible o gestionable. Bajo este paraguas se han intentado cubrir aspectos tan diferentes como la gestión ambiental, el cambio climático, la ética, la diversidad, la conciliación familiar, la gestión del voluntariado corporativo, la integración de las personas en riesgo de exclusión, los patrocinos sociales, el emprendimiento social, el diálogo *multi-stakeholder*, la transparencia, la reputación corporativa, los derechos humanos, etcétera.

A las dificultades señaladas habría que añadir la ausencia de estándares globales que permitan hablar de lo mismo. Desde que se operativizó el Global Compact en julio de 2000 no se ha alcanzado un acuerdo global sobre qué medir y cómo hacerlo; en efecto, no se ha logrado un acuerdo sobre si medir indicadores (cuantitativos o cualitativos) o sistemas de gestión; sobre si consolidar los informes de RSC o sostenibilidad, o apostar ya por el informe integrado (aquel que incluye aspectos financieros y no financieros)²¹. Por ello, en España y Latinoamérica han proliferado en los últimos tiempos multitud de iniciativas para certificar el comportamiento responsable, un lucre-

²⁰ Edward Lee Thorndike (1874-1949) propuso el término “efecto halo” para indicar que la impresión provocada por un rasgo particular y sobresaliente de una persona o un objeto influye en el juicio total que se hace sobre ella o él.

²¹ Para promover la figura del reporte integrado se ha creado la organización “The IIRC” (Integrated Reporting), que tiene por objeto integrar “la información financiera, ambiental, social y gobernanza en una forma clara y concisa, coherente y comparable. El objetivo es ayudar al desarrollo de una información más completa y comprensible sobre las organizaciones, tanto histórica como prospectiva, así como satisfacer las necesidades de un mundo más sostenible, en una economía global”. Véase al respecto: <http://www.theiirc.org/the-iirc/>

tivo negocio que está introduciendo aún más confusión en la RSC²².

Por si todo lo anterior no bastase para explicar las dificultades intrínsecas al concepto que encierra la sigla RSC, no es infrecuente que aparezca bajo denominaciones diferentes, en una suerte de “sopa de letras” que incrementa aún más la confusión: RC (responsabilidad corporativa), RSE (responsabilidad social empresarial), ASG (Ambiental, Social, Gobierno), CVS (*Created Value Share*), etcétera. Y, como hemos visto, no estamos hablando de un debate semántico, sino que asistimos a un verdadero debate estructural-empresarial en el que se compite por posición organizativa, por asignación de recursos y por figurar entre las prioridades de gestión.

El reto, en consecuencia, reside en convertir la RSC en una verdadera palanca de creación de valor. No dar ese paso podría significar que la RSC no se incorporase en la agenda de la cuenta de resultados de las empresas (maximizar ingresos, reducir costes e incrementar la satisfacción de los clientes); no dar ese paso podría significar, sencillamente, que la RSC sea vista como un coste y, por ello, una actividad susceptible de ser suprimida en tiempos de crisis.

2. UNA LÍNEA DE AVANCE: LA INNOVACIÓN SOCIAL

2.1. Antecedentes de la innovación social

En los últimos años, muchos autores han intentado dar a la RSC una mayor fortaleza asociándola a la cadena de valor y alejándola de la

²² Existe una enorme polémica respecto de la certificación en materia de RSC tras la aprobación de la ISO 26000. Esta norma internacional no es una norma de sistemas de gestión, por lo que no es adecuada ni pretende servir para propósitos de certificación, o uso regulatorio o contractual. Sin embargo, al hilo de esta norma están empezando a surgir otras normas nacionales más específicas con propósitos certificadoros, como es el caso, en España, de la RS 10 de AENOR. La pregunta es: ¿cómo puede certificarse algo sobre lo que no existe un concepto unívoco, que admita varias definiciones, y, sobre todo, cuando la norma madre (la ISO 26000) nace como una guía de ayuda sin vocación de certificación?

simple filantropía empresarial. A este respecto cabe destacar dos trabajos.

El primer trabajo (Berns *et al.*, 2009) utiliza métodos de análisis diseñados por el Massachusetts Institute of Technology (MIT) y sus resultados han sido ampliamente recogidos por otros autores (por ejemplo, Hagström, Hornby y Farrell, 2010). Según este estudio, la RSC puede crear valor a través de dos fuentes básicas: mediante la mejora del margen o mediante el crecimiento de los ingresos. Cada fuente de generación de valor se subdivide, a su vez, en distintas palancas, pero aquí interesa resaltar especialmente el potencial de la RSC como facilitador de la entrada en nuevos mercados y como medio para conseguir capturar nuevos ingresos para las compañías.

El segundo de los trabajos es un artículo publicado en la *Harvard Business Review* a principios de 2011 por los profesores Michael Porter y Mark Kramer, en el que apuestan por un cambio de denominación de la "responsabilidad social corporativa" (*corporate social responsibility*) hacia el concepto –en su opinión, de mayor valor para la empresa y la sociedad– de "valor compartido" (*shared value*). Centrado en las conexiones entre el progreso social y económico, el concepto "valor compartido" tiene, según Porter y Kramer (2011), el potencial de dar rienda suelta a la próxima ola de crecimiento global. Siguiendo a estos autores, "hay tres claves a través de las que las compañías pueden crear valor compartido: la reconceptualización de los productos y mercados; la redefinición de la productividad en la cadena de valor; y favoreciendo el desarrollo de *cluster* locales". La aportación de Porter y Kramer ha sido clave para abrir la RSC al concepto de innovación social.

El objetivo de los siguientes apartados es presentar el concepto de innovación social como una evolución de la RSC que ayude a superar el efecto halo vinculado a la filantropía y que permita asociarlo a la cadena de valor, aprovechando las nuevas oportunidades de negocio de alto impacto social y medioambiental. Y es que, en términos de *naming*, seguramente será más difícil desprender a la RSC de su efecto halo vinculado a los programas sociales, que darle nuevos contenidos al concepto de innovación social, una figura inicialmente quizá más vinculada a lo "medioambiental".

2.2. Innovación social, empresa social y emprendedor social

Los tres conceptos reunidos en el título de este apartado se utilizan a menudo sin mucha nitidez. Por ello conviene perfilarlos someramente.

La innovación social persigue lanzar nuevas ideas (de productos, servicios y modelos de negocio) que sean capaces tanto de satisfacer necesidades sociales perentorias (de forma más eficiente que otras alternativas), como de crear nuevas relaciones sociales o colaboraciones en el tejido productivo (Murray, Caulier-Grice y Mulgan, 2010).

Una empresa social es, según *Social Innovation Europe*, aquella que tiene como principal objetivo lograr resultados sociales, éticos o ambientales. Según el *Global Entrepreneurship Monitor* (GEM)²³, las empresas sociales en las economías menos desarrolladas buscan cubrir necesidades básicas vinculadas a la sanidad, el acceso al agua y su salubridad, o el apoyo a las actividades agrícolas de zonas rurales. En cambio, en las economías desarrolladas, las empresas sociales se centran en apoyar la cultura, proveer servicios a las personas discapacitadas, colaborar en procesos de recogida de residuos y protección del medioambiente u ofrecer actividades gratuitas, como puede ser el *networking* social (Curto-Grau, 2012). Para las empresas sociales, el criterio del impacto social prevalece respecto al reparto sistemático de los beneficios financieros. Por esta razón, se dice que las empresas sociales son "negocios híbridos", ya que se encuentran a mitad de camino entre las tradicionales empresas con ánimo de lucro y las organizaciones puramente filantrópicas, que no persiguen objetivos económicos. Comparadas con las empresas tradicionales, se caracterizan por reinvertir las ganancias para maximizar su impacto social, por lo que no son tan interesantes para inversores privados. Y, al mismo tiempo, se encuentran lejos de las ONG porque buscan crear modelos de negocio sostenibles en el tiempo.

Finalmente, un emprendedor social es aquel empresario que pone en marcha una empresa social. Según la Fundación Skoll, los

²³ Véase su informe de 2011 en <http://www.gemconsortium.org>

emprendedores sociales son “líderes probados cuyos enfoques y soluciones a los problemas sociales están ayudando a mejorar las vidas y circunstancias de incontables individuos desfavorecidos”²⁴. Para Bill Drayton, fundador y presidente de la Fundación Ashoka, la mayor organización del mundo de emprendedores sociales, el “emprendedor social es aquel emprendedor cuyo objetivo, único, o no, es generar cambio social”²⁵.

2.3. El tamaño del mercado de la innovación social

Lejos de lo que pudiera pensarse, el tamaño de mercado para desplegar la innovación social no solo no es pequeño, sino que, además, tiene un potencial muy atractivo para capturar nuevos modelos de crecimiento. En el informe del *World Resources Institute* titulado *Los siguientes 4.000 millones*²⁶ se desmontan una serie de falsos mitos que tradicionalmente se han asociado a la economía social y que, de alguna manera, han ralentizado el lanzamiento de nuevos productos y servicios con un amplio impacto social. Son los que a continuación se describen:

- **Mito 1: *El tamaño del mercado de impacto social es pequeño y con bajo poder adquisitivo.*** Sin embargo, según este informe, el 77 por ciento, de la población mundial (5.400 millones de personas) vive con menos de 20.000 dólares ajustados al poder de compra a nivel local. De ellos, 4.000 millones tienen una renta menor de 3.000 dólares, y representan un poder de compra de 5.000 millones de dólares a nivel global. El resto, 1.400 millones de personas, tienen rentas entre 3.000 y 20.000 dólares ajustados, son predominantemente urbanas y tienen un poder de compra de 12.500 millones de dólares.
- **Mito 2: *Es difícil identificar nichos de mercado que capturar.*** No obstante, en el mismo informe se identifica el tamaño de mercado de algunos sectores necesarios para los 4.000 millones de personas

²⁴ Véase <http://www.skollfoundation.org/>

²⁵ Véase <https://www.ashoka.org/team/drayton>

²⁶ El documento puede descargarse en: <http://www.wri.org/sites/default/files/pdf/n4b-esp.pdf>

de bajos ingresos. Algunos sectores son relativamente pequeños, como el del agua (20.000 millones de dólares); otros son medianos, como la salud (158.000 millones), el transporte (179.000 millones), la vivienda (332.000 millones) y la energía (433.000 millones); pero hay otros verdaderamente enormes, como el de los alimentos (2.895 millardos). El sector de las tecnologías de información y comunicación (TIC) está creciendo rápidamente y ya alcanza las proporciones de un sector mediano.

- **Mito 3. *La rentabilidad de este mercado es baja.*** Es cierto que los márgenes con los que se trabaja en los segmentos de mayor poder adquisitivo son más elevados, pero no es menos cierto que los márgenes procedentes de los segmentos con menos poder adquisitivo pueden compensarse con una mayor repetición en la venta. Según datos de una cadena de distribución de América Latina, una tienda situada en un barrio pobre es capaz de recaudar lo mismo que una en un barrio rico. La diferencia está en el *packaging* de los productos (más pequeños en los barrios más pobres) y en los márgenes unitarios (más altos en los barrios más ricos, pero con menor número de clientes).
- **Mito 4. *Es difícil hacer negocio en ese segmento de población de bajos ingresos.*** Indudablemente, para poder acceder al mercado de los 4.000 millones de personas hay que cambiar toda la estrategia. Pero eso no significa que no pueda hacerse. Es posible y preciso cambiar varias estrategias: (1) la estrategia de producto (productos únicos, servicios únicos o tecnologías únicas apropiadas a las necesidades de este segmento); (2) la estrategia de distribución (franquicias, representantes que creen ecosistemas locales de vendedores o proveedores, con tecnologías de bajo coste y tratando a la comunidad como cliente); (3) la estrategia de socios (asociaciones poco convencionales con gobiernos, ONG u otros actores que aporten habilidades o capacidades críticas); y (4) la estrategia de financiación (modelos de uso único u otros paquetes que reducen las barre-

ras de compra, modelos de negocio pre-pago, o sistemas de micropagos).

2.4. Innovación social: premisas para el éxito

Para que un planteamiento como el de la innovación social pueda desplegarse en toda su dimensión, y para establecer una relación causal entre la gestión responsable y sostenible, por un lado, y el aumento de ingresos, de satisfacción del cliente y de clima laboral, por otro, se precisan una serie de condiciones. Cabe resumirlas en tres premisas básicas: un cambio de lenguaje de los profesionales de la RSC, la construcción del modelo de negocio (*business case*) de la sostenibilidad y un cambio en el modelo de gestión de la RSC.

El necesario cambio del lenguaje de los profesionales de la RSC pasa por abandonar eso que algunos llaman el “buenismo”, y que se traduce en esa frase de “hay que devolver a la sociedad lo que la sociedad nos ha dado”. Este concepto, basado especialmente en la filantropía, es difícil de mantener en una época de crisis. No es razonable que las empresas tengan que justificarse por ganar dinero.

En cuanto a la construcción de un modelo de negocio de la sostenibilidad, partiendo de que la definición del caso de negocio es el factor más importante de éxito, nadie puede presionar para capturar fondos con los que invertir en sostenibilidad si no se puede probar, de una manera u otra, el retorno de la inversión (Hagström, Hornby y Farrel, 2010). Según el Economist Business Unit (2009), la falta de financiación constituye para muchos ejecutivos la gran barrera, lo cual apenas sorprende: la investigación de Berns *et al.* (2009) estimó que el 70 por ciento de las organizaciones no tienen un modelo de negocio claro para la acción, ni tampoco la información necesaria para hacer efectivo el modelo de negocio asociado a la sostenibilidad.

Por último, el cambio en el modelo de gestión de la RSC debe orientarse a plantear la inversión en proyectos sociales como se plantea la inversión en I+D. Es decir, se investigan nuevas aplicaciones para abrir nuevos nichos de negocio que, en el medio plazo, deberían convertirse en nuevos motores de crecimiento para las empresas. Y, además, el gran reto de hoy es hacer este proceso de forma dialogada; esto es, junto con empresas, sociedad civil, administraciones públi-

cas, etcétera. No nos engañemos: allí donde hay demandas, hay servicios; allí donde hay clientes (cualquiera que sea su tipología), hay empresas; allí donde hay empresas, hay tejido social productivo; y allí donde hay tejido social productivo, hay riqueza.

2.5. En conclusión

El concepto de innovación social se ofrece así como una evolución de la RSC, toda vez que ayuda a superar el efecto halo vinculado a la filantropía y permite la vinculación a la cadena de valor, aprovechando las nuevas oportunidades de negocio de alto impacto social. Esta evolución ha sido bautizada por la consultora Salterbaxter (2008) como “RSC 2.0”, porque no solo permite a los negocios ir más allá del cuidado de “la casa” gestionando los riesgos (*housekeeping*), sino también abordar cuestiones complejas vinculadas al *core business*. En su última investigación, la consultora planteó a las 50 compañías más importantes de Europa las siguientes cuestiones: ¿muestra la empresa signos de integrar en su estrategia la RSC que añade valor al negocio?, ¿dialoga con sus grupos de interés?, ¿trabaja en un proceso de materialidad para definir los temas relevantes para la sociedad y para el negocio?, ¿qué asuntos está considerando?, ¿cree que está evolucionando desde la RSC a la RSC 2.0? Según el informe de esta consultora, empresas como Basf, Nestlé, Royal Dutch, Shell, Telefónica, Vodafone y Volkswagen, entre otras, ya han dado este paso.

3. EL POTENCIAL DE INNOVACIÓN SOCIAL EN LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

El sector de las telecomunicaciones alberga un enorme potencial para la innovación social, en la medida en que las tecnologías de la información y comunicación (TIC) se encuentran en el centro de la solución de los principales problemas del planeta. Con este telón de fondo, en el sector de las TIC puede haber nuevos motores de crecimiento con impacto social positivo en materia de productividad, salud, longevidad y mayores, educación, discapacidad, eficiencia energética y cambio climático.

Así, por lo que hace a la productividad, está demostrado que, allí donde hay soluciones y desarrollos de las TIC, se incrementa el PIB. Los estudios de Pohjola (2001) y Piatkowski (2006) muestran que en los países de mayor desarrollo de las TIC (Estados Unidos, Finlandia, Canadá y el Reino Unido) el crecimiento del PIB fue mayor del 10 por ciento. Este dato permite pensar que fórmulas de autoempleo basadas en las TIC pueden impulsar la productividad.

En cuanto a la salud, se estima que el mercado global de *e-health* puede alcanzar un potencial valor de 60.000 millones de euros, de los cuales un tercio correspondería a Europa. Con estas cifras, el *e-health* puede ser considerado como la tercera industria de medicina más grande de Europa, después de las farmacéuticas (205 millardos) y equipos médicos (64 millardos). El potencial de negocio con impacto social es, por tanto, enorme.

Respecto a la longevidad y los mayores, para el año 2050 se espera que en el mundo haya 2.000 millones de personas de más de 60 años, con un mayor crecimiento en países desarrollados. En Europa, en 2008, más del 16 por ciento de la población europea era ya mayor de 65 años, y más del 59 por ciento de estas personas presentaba algún tipo de dependencia. Para 2020, se estima que ese porcentaje ascienda al 25 por ciento de la población de la UE. El mercado de servicios para este grupo de la población podría ascender a los 3.000 millardos de euros²⁷.

Asimismo, las posibilidades de desarrollar modelos de negocio para la educación, con el consiguiente impacto social, son claras, como puso de relieve el informe de la *Iniciativa i2010* publicado en 2007. Según este informe, los tres indicadores que a continuación se presentan proporcionaban evidencia de las amplias divergencias observables en este punto en el marco de la UE (Busca, 2008):

- La penetración de la banda ancha. En los países nórdicos, el 90 por ciento de los centros educativos tenían a mediados de la primera década del siglo XXI una conexión de banda ancha a Internet. Por el contrario, Grecia, Polonia, Chipre y Lituania mostraban la incursión más

²⁷ A la vista de estos datos, en junio de 2008 la Comisión Europea aprobó el programa "Ageing well", dotándolo de 600 millones de euros para el desarrollo de nuevas soluciones digitales para los mayores europeos (http://europa.eu/rapid/press-release_IP-08-994_en.htm).

baja de la UE-25 (menos de la mitad del 70 por ciento de media de la UE-25).

- El número de ordenadores por cada 100 estudiantes. La media de la UE se situaba hacia 2005 en un ordenador por cada nueve alumnos. Mientras que en países como Dinamarca, Holanda, el Reino Unido y Luxemburgo, compartían un ordenador solo unos cuatro o cinco alumnos, la disponibilidad de ordenadores se reducía a la mitad de la media de la UE en países como Letonia, Lituania, Polonia, Portugal y Grecia, donde un ordenador era compartido por 17 alumnos.
- El uso de las TIC en el aula por parte del profesorado en los últimos doce meses. El 74 por ciento de los 4.475.000 profesores europeos había usado las TIC en el aula en el último año (según propia declaración). Se apreciaban, sin embargo, enormes variaciones entre países: en Letonia y Grecia, la proporción de profesorado que empleaba las TIC en el aula rondaba el tercio, mientras que Reino Unido presentaba un uso del 96 por ciento y Dinamarca del 95 por ciento. El 24 por ciento del profesorado afirmaba que su asignatura no era apta para el uso de las TIC.

Con respecto a la discapacidad, existen alrededor de 650 millones de personas afectadas por este problema en el mundo; incluyendo a sus familias, la cifra se aproxima a 2.000 millones de personas, casi un tercio de la población mundial²⁸. Solo en España, en torno a 3,85 millones de personas sufrían en 2008 algún tipo de discapacidad²⁹. Téngase en cuenta, por ejemplo, que en Europa solo el 3 por ciento de las webs del sector público cumplen con los estándares de accesibilidad³⁰, un dato que abre vías a un nicho de mercado apenas explotado.

Por último, en el terreno de la eficiencia energética y el cambio climático, la utilización intensiva de soluciones TIC en prácticas como

²⁸ Según el mensaje del Secretario General de la ONU, Ban Ki-moon, en el día mundial de la Sociedad de la Telecomunicación e Información en mayo de 2008 (http://portal.unesco.org/ci/en/ev.php-URL_ID=26751&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html).

²⁹ Según cifras del Instituto Nacional de Estadística (<http://www.ine.es/revistas/cifraire/1009.pdf>).

³⁰ Véase http://ec.europa.eu/information_society/activities/einclusion/docs/access/comm_2008/background.doc

videoconferencia y teletrabajo proveerán ahorros de energía equivalentes al 0,8 por ciento de los consumos eléctricos de la UE en 2020, que equivale a un 0,6 por ciento de reducción de emisiones de CO₂ para el mismo año (Comisión Europea, 2008). El sector TIC tiene el potencial de reducir en un 15 por ciento las emisiones de CO₂ mundiales esperadas para el 2020. Esta eficiencia energética se transformaría en ahorros económicos que podrían alcanzar los 600.000 millones de euros. Desde otra óptica, estos ahorros en eficiencia energética pueden convertirse en nuevos motores de crecimiento para el propio sector (The Climate Group, 2008). Asimismo, pueden aplicarse medidas complementarias, como las siguientes: adquisición de equipos eficientes, uso eficiente de equipos (encendido y apagado, racionalización del *stand by*), apagado de edificios a una determinada hora, temperatura y climatización adecuadas en despachos y salas, impresión reducida y a dos caras, y prescindiendo del uso del color, sustitución de la correspondencia en papel por el e-mail, uso racional del agua, etcétera. Con estas medidas, los gastos en energía podrían reducirse hasta en un 10 por ciento.

En definitiva, los tiempos que vivimos, y los que vienen, no son fáciles. Por eso, es necesario vincular, más que nunca, estas materias a la cuenta de resultados (a los ingresos y a los costes) y alejarlas de la idea de que estamos ante partidas no vinculadas al *core business* (y, en consecuencia, ante costes susceptibles de ser reducidos o suprimidos en tiempos de crisis). Las preguntas son claras: ¿en qué medida puede la RSC generar más ingresos y reducir los costes o minimizar riesgos?, ¿cuánto puede impactar en los márgenes y en la satisfacción del cliente? Sin embargo, las respuestas no son siempre evidentes.

En el caso del sector de las TIC, los ejemplos de cómo aplicar la sostenibilidad corporativa permiten comprobar claramente cómo se aporta valor mediante el aprovechamiento de oportunidades, la gestión de riesgos y el impacto en las principales métricas financieras. Si puede hacerse en este sector, puede hacerse en otros.

4. LA INNOVACIÓN Y EL EMPRENDIMIENTO SOCIAL COMO MOTOR DE EMPLEO

Hasta aquí, he intentado vincular la RSC al *core business* de la empresa a través de su evolución natural hacia la innovación social, y he

destacado al emprendedor social como palanca necesaria para que se produzca ese cambio.

Aunque no existen datos actualizados del potencial creador de empleo de la innovación social a través de los emprendedores sociales o de las empresas sociales, sí encontramos algunas pistas en diferentes investigaciones sobre la capacidad de este sector emergente para generar empleo.

Para empezar, puede afirmarse que quien crea empleo son las empresas de menos de cinco años y los emprendedores. Según Stangler y Litan (2009), utilizando como fuente los datos del Census Bureau de Estados Unidos entre 2006 y 2007, las firmas con menos de cinco años de vida en el mercado crearon ocho de los doce millones de empleos en ese país. Este dato supone para los autores que las compañías jóvenes y los emprendedores han sido los motores de crecimiento de una eventual recuperación económica en los Estados Unidos. Para que sirva de comparación, según los autores, en el periodo comprendido entre 1980 y 2005 la creación neta de empleo procedía de compañías con más de cinco años de vida.

Aunque no se puede saber qué porcentaje de esos nuevos empleos proceden del concepto de innovación social, Stangler y Litan afirman que la principal creación de empleo se ha dado en sectores como el *retail*, la salud, el alojamiento y los servicios alimentarios. En concreto, la salud aportó 12 de cada 100 empleos netos en compañías de menos de cinco años en 2007 en los Estados Unidos, representando el segundo sector por detrás de alojamiento y alimentación, que, juntos, crearon 18 de cada 100.

En Europa existen otros datos interesantes, en la medida en que se estima que la economía social (formada por cooperativas, mutuas y organizaciones del tercer sector) podría representar el 6,5 por ciento de la población activa de la Europa de los 27 y totalizar hasta 14,5 millones de empleos, que podrían llegar hasta el 7,4 por ciento en los quince países más antiguos de la UE, y entre el 9 y el 11,5 por ciento en países como Suecia, Bélgica, Italia y Holanda (Monzón y Chaves, 2012)³¹.

³¹ Véase <http://www.eesc.europa.eu/resources/docs/qe-30-12-790-en-c.pdf>

En la investigación de estos autores, además, se obtienen otras conclusiones de interés: (1) con ciertas excepciones, la economía social es relativamente pequeña en los nuevos Estados de la UE en comparación con los quince más antiguos; (2) la economía social ha aumentado más rápidamente que la población en su conjunto en 2002-03 y 2009-10, incrementándose del 6 por ciento al 6,5 por ciento, y de 11 a 14,5 millones de empleos; y (3) las asociaciones, fundaciones y otras entidades semejantes representan en torno al 65 por ciento de la fuerza laboral de la economía social, incluyendo empleos pagados y bajo el régimen de voluntariado.

A nivel global, no hay datos consolidados que permitan saber cuál es el impacto de la innovación social, de las empresas sociales y de los emprendedores sociales en la creación de empleo. No obstante merece la pena leer el informe de la OCDE titulado *Job Creation Through the Social Economy and Social Entrepreneurship*³² (2013), en el que se ofrece valiosa información sobre la actividad de varios países en este campo.

Es claro que el futuro va por aquí. La sociedad está cambiando y cada vez más las nuevas generaciones están avanzando por esa línea. Todos los datos avalan este movimiento. Pero, más que los datos, la voluntad de muchas personas que ya trabajan en esta dirección permite pensar que estamos ante un movimiento imparable.

BIBLIOGRAFÍA

ANNAN, K. (1999), *Discurso de presentación del Pacto Mundial*, 31 de enero (<http://www.pmo-old.globalincubator.net/107-quienes-somos/red-espanola-pacto-mundial/388-cronologia-pacto-mundial>).

BERNS, M.; TOWNEN, A.; KHAYAT, Z.; BALAGOPAL, B.; REEVES, M.; HOPKINS, M. y N. KRUSCHWITZ (2009), "The business of sustainability: Results and insights from the first annual MIT Sloan Management Review Global Sustainability Survey", *MIT Sloan Management Review*, 1-12.

BOWEN, H. (1953), *Social Responsibilities of the Businessman*, Nueva York, Harper.

³² Vease <http://www.oecd.org/cfe/leed/jobcreationthroughthesocialeconomyandsocialentrepreneurship.htm>

BUSCA MARTÍN-SANZ, C. (2008), "Impacto de las TIC en la Educación", *CEPREDE*, 2 (http://www.n-economia.com/notas_alerta/pdf/ALERTA_NE_02-2008.PDF).

CASADO, A. (2011), *El Chief Reputation Officer, un nuevo modelo para la reputación corporativa*, tesis doctoral, Universidad de Málaga, Facultad de Ciencias de la Información.

COMISIÓN EUROPEA (2001), *Libro Verde. Fomentar un marco europeo para la Responsabilidad Social de las Empresas de la Unión Europea* (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?ur=i=CELEX:52001DC0366&from=ES>).

— (2008b), *Impacts of Information and Communication Technologies on Energy Efficiency* (ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/ict/docs/sustainable-growth/ict4ee-final-report_en.pdf).

CURTO-GRAU, M. (2012), "Los emprendedores sociales", *Cuaderno de la Cátedra "la Caixa" de Responsabilidad Social de la Empresa y Gobierno Corporativo*, 13 (http://www.iese.edu/es/files/Cuaderno%2013_tcm5-75666.pdf).

DE LA CUESTA, M. (2004), "El porqué de la responsabilidad social corporativa", *Boletín Económico de ICE*, 281358.

DIRCOM (2010), *Nuevos modelos de gestión y función de los responsables de comunicación*, Madrid, Fundación EOI (http://www.eoi.es/sc/webeoi/publicaciones/Nuevosmodelosgestion-comunicacion_2010.pdf).

FRIEDMAN, M. (1970), "The social responsibility of business is to increase its profits", *The New York Times Magazine*, 13 de septiembre.

HAGSTRÖM, M.; HORNBY, J. y A. FARREL (2010), "The evolving science of managing for sustainability: Using ICT to optimize environmental and economic outcomes", en: *The Global Information Technology Report 2009-2010* (http://www.weforum.org/pdf/GITR10/Part1/Chap%207_Evolving%20Science%20of%20Managing%20for%20Sustainability.pdf).

INFORME FORÉTICA (2011), *Evolución de la Responsabilidad Social de las empresas en España* (<http://www.foretica.org/sala-de-prensa/noticias/1190-presentado-el-informe-foretica-2011?lang=es>).

MONZÓN, J.L. y R. CHAVES, *The Social Economy in the European Union*, Madrid, CIRIEC (<http://www.eesc.europa.eu/resources/docs/qe-30-12-790-en-c.pdf>).

MTAS (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales) (2005), *Informe del Foro de Expertos en Responsabilidad Social de las Empresas* (http://www.empleo.gob.es/es/sec_trabajo/autonomos/economia-soc/RespoSocEmpresas/foro_expertos/contenidos/INFORME_FOROEXPERTOS_RSE.pdf).

MURRAY, R.; CAULIER-GRICE, J. y G. MULGAN (2010), *The Open Book of Social Innovation*, Londres, Nesta (https://www.nesta.org.uk/sites/default/files/the_open_book_of_social_innovation.pdf).

OIT (Organización Internacional del Trabajo) (2006), *Declaración tripartita de principios sobre las empresas multinacionales y la política social* (http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/--ed_emp/---emp_ent/documents/publication/wcms_124924.pdf).

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) (2013), *Lineas directrices de la OCDE para empresas multinacionales. Revisión 2011* (<http://www.oecd.org/daf/inv/mne/MNEguidelinesESPANOL.pdf>).

— (2013), *Job Creation through the Social Economy and Social Entrepreneurship* (<http://www.oecd.org/cfe/leed/jobcreationthroughthesocialeconomyandsocialentrepreneurship.htm>).

PIATKOWSKI, M. (2006), "Can information and communication technologies make a difference in the development of transition economies?", *Information Technologies & International Development*, 3 (1): 39-53.

POHJOLA (2001), *IPTS Report* (<http://ipts.jrc.ec.europa.eu/home/report/spanish/articles/vol77/ICT3S776.htm>).

PORTER, M. y M. KRAMER (2011), "Creating Shared Value: How to reinvent capitalism and unleash a wave of innovation and growth", *Harvard Business Review*, enero-febrero (<https://archive.harvardbusiness.org/cla/web/pl/product.seam?c=8062&i=8064&cs=1b64dfac8e4d2ef4da5976b5665c5540>).

SALTERBAXTER (2008), *Directions. The Full Report 2008. Trends in Corporate Responsibility, 2007/8*

(<http://www.salterbaxter.com/wp-content/uploads/2010/05/Directions-2008.pdf>).

SERVIMEDIA y ESTUDIO DE COMUNICACIÓN (2010), *Cómo valoran la RSC y el periodismo social los medios y los periodistas españoles* (<http://www.servimedia.es/Documentos/2009-periodismo-social-medios.pdf>).

STANGLER, D. y R.E. LITAN (2009), "Where will the jobs come from?", *Kauffman Foundation Research Series. Firm Formation and Economic Growth* (https://ded.mo.gov/Content/Kauffman,%20where_will_the_jobs_come_from,%202009.pdf).

THE CLIMATE GROUP (2008), *SMART 2020: Enabling the low carbon economy in the information age* (http://www.smart2020.org/_assets/files/02_Smart2020Report.pdf).

THE ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT (2009), *Management magnified: Sustainability and corporate growth. A report sponsored by SAS* (http://graphics.eiu.com/upload/eb/SAS_Sustainability_WEB.pdf).

PANORAMASOCIAL

Números publicados

2005

- N.º 1. España 2005: Debates y procesos sociales
- N.º 2. Dependencia y autonomía personal: Dilemas y compromisos

2006

- N.º 3. Infancia y juventud: Nuevas condiciones, nuevas oportunidades
- N.º 4. Envejecimiento y pensiones: La reforma permanente

2007

- N.º 5. El medio ambiente a principios del siglo XXI: ¿Crisis o adaptación?
- N.º 6. La reforma de la Universidad: Vectores de cambio

2008

- N.º 7. Las claves de la sanidad futura: Investigación y gestión
- N.º 8. Inmigrantes en España: Participación y convivencia

2009

- N.º 9. Tercer Sector y voluntariado
- N.º 10. Familias en transformación

2010

- N.º 11. Envejecimiento, adaptación y cambio social
- N.º 12. Empleo, desempleo y pobreza

2011

- N.º 13. Retos actuales de la sociedad española
- N.º 14. El ocio de los españoles



PANORAMA SOCIAL

Números publicados

2012

N.º 15. Generaciones y relaciones intergeneracionales

N.º 16. Imagen y presencia exterior de España

2013

N.º 17. La ciudadanía europea en la encrucijada

N.º 18. Las nuevas tecnologías y su impacto social

2014

N.º 19. Comida y alimentación: hábitos, derechos y salud

N.º 20. Pobreza infantil

PUBLICACIONES DE LA FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS**Últimos números publicados:****PAPELES DE ECONOMÍA ESPAÑOLA**

N.º 145. Regulación y política de defensa de la competencia en España

PANORAMA SOCIAL

N.º 20. Pobreza infantil

CUADERNOS DE INFORMACIÓN ECONÓMICA

N.º 248. Estabilización y saneamiento inmobiliario

SPANISH ECONOMIC AND FINANCIAL OUTLOOK

Vol. 4, N.º 5 (2015). Spain's property market post correction: Recovery or stabilisation?

ESTUDIOS DE LA FUNDACIÓN

N.º 75. Evolución reciente del crédito y las condiciones de la financiación: España en el contexto europeo

PRECIO DE LAS PUBLICACIONES**AÑO 2015**

Publicación	Suscripción*			Números sueltos**	
	Suscripción anual	Edición papel €	Edición digital €	Edición papel €	Edición digital €
Papeles de Economía Española	4 números	50	30	15	12
Cuadernos de Información Económica	6 números	40	Gratuita	10	--
Panorama Social	2 números	20	Gratuita	13	--
Spanish Economic and Financial Outlook	6 números	30	Gratuita		
Focus	6 números	--	Gratuita		
Estudios (números sueltos)	--	--	--	12	9
Los precios incluyen el IVA. No incluyen los gastos de envío.					

* Gastos de envío: España, 7 €/año; Europa, 10 €/año.

** Gastos de envío: correo postal (Madrid y provincias): 1€.

Servicio de mensajería: Madrid capital, 3,45 €; resto provincias, 10,44 €.

Forma de pago: domiciliación bancaria, transferencia bancaria y tarjeta de crédito.

SUSCRIPCIÓN Y PEDIDOS**INTERNET:** <http://www.funcas.es/Publicaciones/Publicaciones.aspx?Id=0>**E-MAIL:** publica@funcas.es



Pedidos e información:
FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS
Caballero de Gracia, 28
28013 Madrid
Teléfono: 91 596 57 18
Fax: 91 596 57 96
publica@funcas.es
www.funcas.es

P.V.P.: Edición Papel, 13 € (IVA incluido)
Edición Digital, gratuita

ISSN 1699 - 6852



9771699685007