

Apuntes de Ciencia y Tecnología

ESPECIAL DARWIN

nº 31, Junio 2009

Boletín de la Asociación para el Avance de la Ciencia y la Tecnología en España (AACTE)

Sumario pág

NOTICIAS DE LA AACTE 04

Mejoras en nuestra página web: 04. Nuestro blog en Madrid I+D: 04. Borrador Ley de la Ciencia y propuestas FJI: 04. Una noticia feliz: 04. Acuse de recibo: 05. La AACTE en los medios: 05. Acuse de recibo: 05. Cambios en la maquetación: 05

OPINIÓN

- Los débiles argumentos de los opositores a Darwin**, por Manuel Tamayo Hurtado 06
- Pericia, aptitud, idoneidad**, por Daniel Aguilar 08
- “Ya llegaréis” Las mujeres en la investigación**, por Ana Canda 10
- Ciencia y ética (¿existe ética en la ciencia?)**, por Juan F. Gallardo Lancho 13
- El modelo equivocado**, por Mark J. van Raaij 15

NOTICIAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

La gripe porcina: evolución en acción: 17. Rita Levi-Montalcini, premio nobel de fisiología o medicina en 1986, cumple 100 años: 18. *Darwinius masillae* o las amistades peligrosas: 19. Descubierta el objeto más lejano del universo: 19. Nuevo catalizador para síntesis de agua oxigenada: 20. Batería de litio con virus modificados: 20. Nuevos sistemas para ruptura fotoasistida de la molécula de agua: 21. Almacenamiento geológico de CO₂: 21. Producción fotocatalítica de combustible hidrocarbonado a partir de CO₂ y agua: 22. Elsevier: el vergonzoso caso de las falsas revistas científicas: 22. Informes COSCE sobre los Presupuestos Generales del Estado y el borrador del anteproyecto de Ley de Ciencia y Tecnología: 23. Críticas al borrador de anteproyecto de Ley de Ciencia y Tecnología: 23. Remodelación ministerial: 24. Aumenta el déficit tecnológico español: 24.

ARTÍCULO

- Enseñar la teoría evolutiva y refutar el diseño inteligente: problemática interdisciplinar y estrategias pedagógicas**, por Vicente Claramonte Sanz 47
- Cambio tecnológico e innovación. ¿Cómo medirlos?**, por Ruth Rama Dellepiane y Juan Fernández Sastre 34

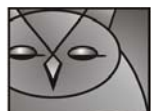
EL RINCÓN PRECARIO

- Denuncia que algo queda. Resultados de la Campaña “No más Becas Por Trabajo” (N+BxT)**, por Begoña Camblor Pandiella 33
- Historia de una proposición de Ley: El largo y tortuoso camino hacia la conquista de los Derechos Laborales para Jóvenes Investigadores**, por Salomón Aguado Manzanares 34

CRÍTICA DE LIBROS

- “Cielo de octubre” de Homer Hickam Jr.**, por Germán Sastre 54

AACTE



AACTE

Asociación para el Avance de la Ciencia y la Tecnología en España (AACTE)

<http://www.aacte.eu>

ISSN:1577-6794 © 2009 AACTE

Se pueden hacer tres tipos de contribuciones a la revista "*Apuntes* de Ciencia y Tecnología":

- a) Cartas
- b) Artículos de opinión
- c) Artículos científicos.

En todos los casos los textos y figuras deberán ser enviados por correo electrónico a la directora, a la dirección rosario.gil@uv.es, o al redactor jefe de la correspondiente sección. Los ficheros de texto deberán estar en formato ASCII, MS-Word o RTF. Los ficheros gráficos podrán estar en cualquier formato de uso extendido.

A. CARTAS

Las cartas dirigidas a la revista se publicarán en la sección "Correspondencia". Su longitud no deberá exceder las 500 palabras. El contenido de las cartas deberá estar relacionado con temas de actualidad o interés relacionados con la Ciencia y la Tecnología en España, dándose prioridad a las que comenten algún artículo o carta publicado en números anteriores de "*Apuntes* de Ciencia y Tecnología", así como aquellas relacionadas con algún tema debatido en cualquier foro promovido por la AACTE, como sus listas de correo electrónico (ver <http://www.aacte.eu>). Una modalidad de carta podría ser un chiste o viñeta sobre algún tema científico o de política científica.

B. ARTÍCULOS DE OPINIÓN

La extensión de los artículos de opinión no deberá sobrepasar las 2500 palabras. Deberán tratar sobre temas científicos o de política científica de actualidad o interés. Como criterio general para la aceptación de un artículo de opinión, el Consejo Editorial vigilará que su contenido se adapte a unas normas éticas y de estilo elementales y que no resulte ofensivo o falta de respeto para personas o instituciones.

La revista "*Apuntes* de Ciencia y Tecnología" no comparte necesariamente las opiniones vertidas en los artículos de opinión que publica, que expresan la posición personal de sus autores.

C. ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Los artículos científicos no deberán sobrepasar las 5000 palabras, y deberán estar escritos en un estilo de alta divulgación, en español o en inglés. Se pretende que los artículos científicos publicados en "*Apuntes* de Ciencia y Tecnología" puedan ser leídos y entendidos por otros científicos no especialistas en el tema, a la vez que realizan aportaciones valiosas para los científicos que trabajan en temas afines.

Los artículos científicos deberán incluir un título -en español y en inglés-, un resumen -en español y en inglés-, una lista de palabras clave -en español y en inglés- y una lista de referencias, que irá al final del artículo. Podrán incluir tablas y figuras. Para ajustar la longitud del artículo, cada figura o tabla con el ancho de una columna equivale a 150 palabras por cada 10 cm de altura, mientras que si el ancho de la tabla o figura es mayor su equivalencia son 300 palabras por cada 10 cm de altura. La longitud del resumen no debe sobrepasar las 150 palabras.

Los artículos podrán contener resultados ya publicados, siendo en este caso responsabilidad exclusiva del autor obtener los permisos correspondientes de las revistas o libros donde hayan sido publicados para reproducirlos en "*Apuntes* de Ciencia y Tecnología" en forma divulgativa. El contenido de los artículos será revisado por al menos un especialista de la misma área de conocimiento o de un área afín, quien aconsejará sobre su publicación.

FUNDADOR Y DIRECTOR HONORÍFICO

Alejandro Gutiérrez

DIRECTORA

Rosario Gil

SUBDIRECTORESMiguel A. Camblor
Arturo Martínez Arias**REDACTORES JEFE**Miguel A. Camblor (Noticias de Ciencia y Tecnología)
Daniel Farias (Artículos)
Rosario Gil (Opinión y Rincón Precario)
Mónica Lira-Cantu (Correspondencia)
Juan de la Figuera (Noticias de la AACTE)
Germán Sastre (Crítica de Libros)**REDACTORES**Salomón Aguado Manzanares (Rincón Precario)
Alberto Fernández Soto (Noticias de la AACTE y Noticias de Ciencia y Tecnología)
Arturo Martínez Arias (Opinión, Noticias de Ciencia y Tecnología)
Arcadi Navarro (Noticias de Ciencia y Tecnología)**CONSEJO EDITORIAL**

José A. Cuesta, Juan de la Figuera, Alberto Fernández Soto, Juan F. Gallardo, Arcadi Navarro, Joseba Pineda, Ruth Rama, Rafael Rodríguez Puertas, Luis Santamaría

DISEÑO

Leyre Jiménez

MAQUETACIÓN

Belén Cañada

JUNTA DIRECTIVA DE LA AACTEPresidenta: Carmen Rodríguez Suso
Vicepresidente: Juan de la Figuera
Secretario: José Manuel Pérez de la Lastra
Tesorero: Mark van Raaij
Vocales: José A. Cuesta, Alberto Fernández Soto, Arturo Martínez Arias

Apuntes de Ciencia y Tecnología es una publicación de la Asociación para el Avance de la Ciencia y la Tecnología en España (AACTE). <http://www.aacte.eu>

Apuntes de Ciencia y Tecnología no comparte necesariamente las opiniones vertidas en los artículos firmados, que expresan, obviamente, la posición de sus autores.

Los textos publicados pueden ser reproducidos sólo bajo autorización expresa del Director y siempre citando la fuente.

© 2009 AACTE

Para cualquier asunto relacionado con la revista, contactar mediante correo electrónico con la Directora, en la dirección rosario.gil@uv.es

Los números atrasados pueden consultarse en la página web de la AACTE:

<http://www.aacte.eu>

La remodelación gubernamental del pasado mes de Abril, con la vuelta de Universidades al Ministerio de Educación, a menos de un año de la instauración a bombo y platillo del "superministerio" de Ciencia e Innovación, sin que haya habido tiempo material para comprobar su efectividad y con la aparente amenaza para el mismo ministerio de la "voracidad investigadora" del Ministerio de Industria, nos deja la sensación de que, lejos de una política científica coherente que jamás ha existido, tenemos *una política científica al paio*. Con respecto a I+D, el Gobierno mantiene la nave quieta con las velas tendidas y largas las escotas, a la espera de ver de dónde y cómo soplan los vientos, y cuándo amaina el temporal de la economía, el de las presiones mediáticas, el de la CRUE, el de Bolonia, prestos a cambiar de rumbo las veces que sea necesario, incluso si los vientos son racheados y no nos llevan a ninguna parte. Por si esto fuera poco, en Mayo el Gobierno anunció un recorte de gastos liderado, esta vez sí, por el MICINN, renunciando a los compromisos de Lisboa y Barcelona y contradiciendo de manera flagrante la anunciada estrategia de un *cambio de modelo económico*.

Tal cambio de modelo requiere ante todo constancia y perseverancia en los objetivos. Premiar lo que nos mueva en esa dirección, y penalizar lo que lo obstaculice. Sin embargo, hay numerosas medidas del Gobierno que dan una impresión de improvisación y de poner tiritas a una situación explosiva, siguiendo el famoso dicho de "que me quede como estoy". Regalar dinero para comprar un coche es obviamente una manera de inyectar dinero (de todos) en la economía. Pero cuesta creer que eso vaya a repercutir lo más mínimo en nuestro modelo de crecimiento, o siquiera en el desarrollo tecnológico de vehículos más eficientes o eléctricos. Claro, toda Europa lo está haciendo y es una buena manera de esquivar los obstáculos -más decorativos que otra cosa últimamente- a las ayudas directas a las empresas. Otro tanto tenemos con el Plan E, mayoritariamente dedicado a levantar aceras en nuestras ciudades y pueblos. Y sin embargo, a la hora de apoyar la Investigación con mayúsculas, vemos que caen los primeros recortes. Y, aunque la Ministra pretenda mantener el monto de los proyectos de investigación, estamos viendo por doquier los efectos de los recortes: toda convocatoria se retrasa lo más posible (así se gana hasta un año de muchas convocatorias), o se saca en fecha de vacaciones. Por otro lado, a menudo se achaca a los investigadores que no producen bastante retorno. Bueno, en manos del MICINN está premiar lo que quiera, retorno, investigadores independientes, grupos de mafiosos o café para todos.

Esta política errabunda, de la que cabe deducir que la I+D es un florero prescindible para este Gobierno (como ya ocurriera con anteriores Gobiernos, de éste u otro color), contrasta con la apuesta decidida de la Administración Obama, que responde a la crisis incrementando significativamente el gasto en investigación.

El trimestre nos trajo también *el circo de la pandemia mediática*, con cambios de nombre de la gripe, países apestados, gorrinos sacrificados o vetados y la constatación de que también la estupidez se globaliza, como casi todo (pero no, ¡ay, España!, la política científica y económica).



NOTICIAS DE LA AACTE

Mejoras en nuestra página web

Durante los pasados meses hemos remozado la página web de la AACTE (<http://www.aacte.eu>). Hemos pasado a usar un servidor comercial (en EE.UU.) y está administrada por medio de un gestor de contenidos (plone) que nos debería permitir tanto que los socios interesados participen en actualizar la información allí depositada, como facilitar su búsqueda. Nuestro dominio www.aacte.eu nos permite cambiar de servidor sin interrupción (o al menos con quebrantos mínimos) en el acceso, así que os pedimos que os refiráis a él todo lo posible. De momento, destacamos que los

accesos recibidos han conseguido poner a www.aacte.eu en primer lugar al buscar en *Google* la palabra "AACTE". Por delante de la "American Association of Colleges for Teacher Education"...

Entre otras novedades del nuevo portal, en él aparece ya el formulario web para inscribirse en la AACTE, y la entrada correspondiente a los rankings y evaluaciones de universidades y otros centros de investigación. Esperamos que los socios nos indiquen otras informaciones de interés para que podamos ir añadiéndolas en el futuro.

Nuestro blog en Madrid I+D

Hay nuevas entradas en el blog que la AACTE tiene en [madr+d](http://weblogs.madrimasd.org/aacte/) (<http://weblogs.madrimasd.org/aacte/>), que también reflejamos en el portal de la AACTE. Este blog tiene una audiencia bastante extendida. De hecho, la tercera entrada al buscar AACTE es precisamente nuestro blog. Recordamos a los socios que podéis escribir textos para dicho blog y enviarlos a cualquiera de los miembros de la JD.

Hemos realizado algunos llamamientos de forma combinada en el blog y en el portal. En concreto, solicitamos adhesiones para pedir al MICINN la posibilidad de mover proyectos en caso de traslado del investigador

principal de los mismos (traslado dentro del país), petición promovida por nuestro socio Tomás Ortín (*La movilidad y los proyectos*, 16 de abril de 2009). Asimismo, ante el anunciado recorte del presupuesto de I+D, realizamos una petición a favor de expandirlo... o al menos no recortarlo (*¿Ahora o nunca? Un llamamiento a no recortar el presupuesto de I+D*, 18 de mayo de 2009). Esta última noticia ha tenido bastante eco (como podéis ver en el blog). Otras entradas del blog como la referida al (a nuestro modo de ver) equivocado modelo de investigación, también han recibido bastantes visitas (*El modelo equivocado*, 9 de mayo de 2009).

Borrador Ley de la Ciencia y propuestas FJI

Desde la Junta Directiva hemos discutido varias veces el borrador de modificaciones de la Ley de la Ciencia propuestas por la FJI. Finalmente, hemos trasladado el debate a los socios a través de la lista abierta "*Foro inventemos nosotros*". Sería muy interesante, de todas

maneras, que los socios nos comentasen sus impresiones y/o sugerencias de modificaciones sobre la citada Ley de la Ciencia. Aunque parezca haber quedado aparcada últimamente, no deja de ser el futuro marco de la I+D en España para las próximas décadas.

Una noticia feliz

Desde la Junta Directiva felicitamos a Maika Sánchez, socia de la AACTE, por el premio Josep M.

Sala Trepat, otorgado por la Societat Catalana de Biología.



Acuse de recibo

D. Felipe Pétriz Calvo, Director General de Universidades, acusó recibo de nuestro escrito (promovido por nuestro socio Eulogio Oset) por el que le exponíamos nuestra preocupación por la demora en la publicación de la convocatoria del Programa de Sabáticos y jóvenes doctores extranjeros en España. Asimismo solici-

tamos que se alargase el plazo de presentación de solicitudes. Vemos con preocupación como en tiempos de crisis parece emplearse de nuevo el viejo recurso de posponer convocatorias para ahorrar. Salvo que sea pura incompetencia tras el traslado de competencias entre ministerios.

La AACTE en los medios

Precisamente tras el nombramiento del Ministro de Educación a raíz de la reciente remodelación ministerial del Gobierno español se ha recabado nuestra opinión sobre el paseo de ida y vuelta de las competencias del Estado central sobre Universidades, desde el MEC, al MICINN y vuelta (EL MUNDO, "Decepción científica con la «rectificación» ministerial de Zapatero",

suplemento de Universidad, 15/04/2009, número 547).

Queremos destacar también que Luis Rull Fernández, socio de la AACTE y ex-presidente de la misma, siguió intentando mostrar a nuestro país el estado real de su investigación (El Economista, "La aventura de convertirse en científico en España". Luis Miguel Ariza - 20/04/2009).

[Apuntes] Cambios en la maquetación

Leyre nos dejó, pero lo hizo en buenas manos. En este número estrenamos maquetadora, tal y como anunciamos en el número anterior. A partir de ahora, Belén Cañada será la encargada de darle forma a *Apuntes*.

Manteniendo la misma línea que hasta ahora, pero con su toque personal, no os deberá sorprender encontrar algunos cambios de estilo en las próximas entregas.

Cupón de Suscripción

Apuntes ofrece a sus lectores la posibilidad de suscribirse a la edición impresa de la revista.

Si deseas recibir un ejemplar impreso de la revista envíanos un correo electrónico con tus datos: **nombre, apellidos, teléfono y domicilio**, y con asunto: **Cupón de suscripción**, a la dirección rosario.gil@uv.es
Nos pondremos en contacto contigo para gestionar tu solicitud.

Precio de la suscripción por un año (4 ejemplares, gastos de envío incluidos):

- Suscripción individual: 30 euros*
- Suscripción para socios de la AACTE: 25 euros*
- Suscripción institucional (bibliotecas y otros centros): 100 euros*

* Los envíos a países europeos tendrán un suplemento en el precio de suscripción de 10 euros y los envíos a países fuera de Europa de 15 euros.



LOS DÉBILES ARGUMENTOS DE LOS OPOSITORES A DARWIN

Manuel Tamayo Hurtado

Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Católica del Maule, Chile

Corr-ele: manuel.tamayoh@gmail.com

Últimamente, al comentarse las celebraciones de los aniversarios de Charles Darwin, diversas notas en la prensa han comentado que ciertos ingleses afirman que Charles Darwin había plagiado las ideas de Alfred Russell Wallace (1823-1913), y que debido a ello ambos autores tuvieron muy malas relaciones. Estas acusaciones son absurdas, típicas de antievolucionistas que buscan cualquier argumento para desacreditarlo. Entre 1837 y 1839, Darwin elaboró la teoría de la evolución en alrededor de 900 páginas de notas privadas. En 1842, Darwin escribió un ensayo con sus ideas, que amplió en 1844, y comentó con el botánico Joseph Dalton Hooker (1817-1911) y con el geólogo Charles Lyell (1797-1875). En 1855 Darwin encontró en una revista científica el artículo: "Sobre la ley que ha regido la aparición de especies nuevas", de Alfred Russel Wallace, en el que se decía que la vida no se creaba sin cesar, sino que nuevas formas surgen poco a poco a partir de las antiguas. En junio de 1858, cuando desarrollaba sus ideas y llevaba unas doscientas cincuenta mil palabras escritas, Charles Darwin recibió una carta de Alfred Russell Wallace (1823-1913), desde el archipiélago malayo, en la que incluía un manuscrito que le pedía que revisara y se lo hiciera llegar a Lyell. En él, resumía una teoría similar a la que Darwin estaba elaborando y pensaba publicar. Charles Darwin escribió a Charles Lyell: "Jamás he visto una coincidencia más asombrosa. Toda mi originalidad, sea cual fuere, quedará hecha añicos...". A los 22 años Alfred Russell Wallace había leído un texto de Chambers sobre la evolución biológica, quedó profundamente impresionado con estas ideas y decidió viajar a las selvas amazónicas para buscar pistas relevantes. Entre 1845 y 1862 exploró el Archipiélago Malayo y se convenció de la realidad de la evolución biológica por sus observaciones sobre la distribución de animales y vegetales y su competencia, y desarrolló su modelo de selección natural tras leer "An Essay on the Principle of Population" de Thomas Malthus. También Darwin reconoció que la idea de la selección natural la derivó de sus lecturas de Malthus, y en 1861 hizo un bosquejo histórico citando a algunos predecesores, cuyas contribuciones en realidad habían sido poco importantes. Por mediación de Charles Lyell y Joseph Hooker, que

conocían los borradores de Darwin, los trabajos de Darwin y de Wallace fueron presentados conjuntamente el 1 de julio de 1858 en la Sociedad Linneana de Londres. La reacción de Charles Darwin ante esta situación demuestra su capacidad para aceptar y reconocer las contribuciones de otros científicos.

Sin embargo, las ideas de Wallace se distinguían de las de Charles Darwin en varios aspectos: su reticencia a dar importancia a la selección sexual, no aceptar la herencia de los caracteres adquiridos, y suponer la intervención divina en el origen del talento humano, porque Wallace niega que la selección natural sea suficiente para dar cuenta del origen del hombre, supone que se requiere una intervención divina directa. También creyó que el proceso evolutivo había finalizado en los humanos y que la evolución sería imposible en el futuro. En su idea de selección natural, Charles Darwin ponía el acento en el papel desempeñado por la competencia individual en el interior de una población, en cambio Wallace hacía hincapié en los factores ecológicos que influían en las diferentes variedades. Alfred Russell Wallace primero apoyó la teoría de caracteres adquiridos por uso y desuso de los órganos, pero la coloca en un contexto distinto diciendo que "se pueden obtener resultados similares por la acción de principios que están en constante funcionamiento en la naturaleza". Por el contrario, Charles Darwin sí apoyó las ideas lamarckistas, y especuló sobre el efecto del ambiente en las estructuras y la variabilidad, adoptando la pangénesis para explicar la evolución a través de herencia de caracteres adquiridos. A diferencia de Darwin, Alfred Russell Wallace no estaba del todo de acuerdo con que las observaciones en animales domésticos podrían aplicarse al estudio de la naturaleza, consideraba a las razas de animales domésticos como monstruosidades. No pensaba que pudiera existir la selección sexual, y en consecuencia, no mencionaba ninguno de estos argumentos centrales de la teoría darwiniana. Además, Wallace relacionaba estrechamente la evolución con el hombre y el trabajo taxonómico, mientras que Darwin lo hacía con la reproducción animal.

El 24 de Noviembre de 1859, a los doce meses de haber



recibido el manuscrito de Wallace, Charles Darwin publicó su obra *“Origin of Species”*, que convenció a los científicos de la realidad de la evolución. Es absurdo argumentar que en tan poco tiempo Darwin pudo haber “copiado” ideas ajenas en un texto tan amplio, que además contiene muchas otras ideas. Alfred Russell Wallace recibió un ejemplar del *“Origin of Species”*, y opinó: *“Perdurará tanto como los Principia de Newton. El señor Darwin ha donado al mundo una ciencia nueva, y su nombre, a juicio mío, se destaca por encima del de muchos filósofos antiguos y modernos. ¡¡La fuerza de la admiración me impide decir más!!”*. Refiriéndose a Darwin, escribió una vez: *“Ni en sueños me hubiera acercado yo a la perfección de su libro. Confieso mi agradecimiento de que no me incumbiera presentar la teoría al mundo”*. Alfred Wallace cedió a Darwin la mayor parte del crédito por sus ideas, argumentando que las contribuciones de ambos se comparan con una semana de trabajo suya y con veinte años de trabajo de Darwin. Por otra parte, se confesó incapaz de haber podido realizar la enorme labor efectuada por Darwin: *“Carezco del amor al trabajo, al experimento y al detalle que caracterizaba a Darwin y sin el que nada de lo que yo hubiera podido escribir habría convencido nunca al mundo”*. Incluso Alfred R. Wallace siempre se refirió a la teoría de la evolución biológica como de Darwin y tituló *“Darwinismo”* a uno de sus libros y a un ciclo de conferencias que realizó en Estados Unidos. El desenlace de esta situación entre Charles Darwin y Alfred R. Wallace es muy distinto, por ejemplo, a lo que ocurrió con la disputa entre Joseph Henry y Michael Faraday por el descubrimiento de la inducción electromagnética, o las disputas por prioridad entre Isaac Newton, con Robert Hooke por la ley de la gravitación universal, y con Gottfried Wilhelm Leibniz por el cálculo infinitesimal.

Cada cierto tiempo se acusa a Darwin de plagio, aunque el propio Darwin señaló a no menos de 20 predecesores que habían escrito sobre evolución biológica. Loren Eiseley (1907-1977) sugería que Darwin había obtenido la idea de la selección natural de escritos de Edward Blyth sin concederle el mérito correspondiente, pero Sir Gavin de Beer (1899-1972) replicó que ello era imposible porque Blyth refutaba a la evolución mediante la selección natural, y por lo tanto no la entendía.

Se suele decir que Darwin era un simple aficionado, que no era un profesional en el campo de las ciencias naturales. Este argumento es inadmisibles desde el punto de vista lógico, porque no cuestiona a las ideas sino a sus autores, y es además falso porque Charles Darwin se convirtió en un científico profesional en la misma forma como los otros de su época. En ese tiempo las Universidades no daban títulos profesionales en ciencias naturales, por lo cual no es extraño que Charles Darwin no estudiara formalmente esas disciplinas, pero cuando entró a la comunidad científica asistió a las clases de botánica del profesor John Stevens Henslow, con quien realizaba excursiones y conoció al geólogo Adam Sedg-

wick, con el que realizaba trabajos de campo, y completó su formación científica durante el viaje del Beagle. Lo más importante es que fue reconocido como un científico profesional y competente por parte de sus pares. Lo curioso es que quienes suelen entregar estos argumentos contra Darwin y el evolucionismo no son biólogos especialistas en el tema, son personas ajenas a esta materia que lo hacen simplemente por prejuicios religiosos e ignorancia, y carecen de bases científicas.

Estos antievolucionistas, que no son científicos, suelen argumentar que el principal científico fijista fue el religioso agustino Johann Gregor Mendel (1822-1884), fundador de la genética moderna, que habría demostrado la falsedad del evolucionismo. Comúnmente los fundamentalistas lo presentan como *“el más grande de los científicos creacionistas”*. El fundamentalista Kenneth Patman escribió *“La Genética y la evolución han sido enemigas desde el inicio de ambos conceptos. Gregorio Mendel, el padre de la genética, y Carlos Darwin, padre de la evolución, fueron contemporáneos. Al mismo tiempo que Darwin proclamaba que las criaturas podían procrear otras criaturas, Mendel demostraba que incluso las características individuales permanecen constantes”*. Aquí hay una serie de falsedades. En realidad, Gregor Mendel, cuya formación como científico no era superior a la de Darwin, fue claramente evolucionista. En 1850, presentó un escrito que se refería a la formación de la Tierra, y en él expresa frases como las siguientes: *“Tan pronto como en el curso del tiempo la Tierra había alcanzado la necesaria capacidad para la formación y mantenimiento de la vida orgánica, aparecieron las primeras plantas y animales de las clases más inferiores... La vida vegetal y animal se desarrolló más y más abundantemente; las formas más viejas desaparecieron en parte para dejar sitio a otras nuevas, más perfectas”*. Los experimentos mediante los cuales Mendel descubrió los principios de la herencia tenían un trasfondo evolutivo y el propio Johann Gregor Mendel explica el propósito de su trabajo: *“En verdad, se necesita una buena dosis de coraje para emprender empresa de tal envergadura. Con todo, éste parece ser el modo correcto de llegar finalmente a la solución de una cuestión cuyo significado para la historia de la evolución de las formas orgánicas no debe ser subestimado”*. En un trabajo sobre hibridación que Mendel realizó con vegetales del género *Hieracium* en 1869 dice: *“La cuestión del origen de las numerosas y constantes formas intermedias ha adquirido recientemente no pequeño interés, desde que un famoso especialista en Hieracium, inspirado en las teorías darwinianas, ha defendido el parecer de que estas formas se las debe considerar como surgidas de la transmutación de especies desaparecidas, o todavía existentes”*. Gregor Mendel aceptó la teoría darwinista de la selección natural como causa de la evolución, lo que puede probarse por una carta que envió a Carl Naegeli el 18 de noviembre de 1873. Por otra parte, al revés de lo que sostienen los fundamentalistas, el mendelismo favoreció al darwinismo. Al demostrar la



herencia particulada, perdió vigencia el argumento anti-darwinista que decía que un rasgo nuevo se perdería en una población por la herencia considerada “mezcla de fluidos”, y justamente el sinteticismo incorporó al mendelismo a la moderna teoría de la evolución.

Se ha dicho que los experimentos realizados por Charles Darwin estaban mal definidos, que no eran cuantitativos, y que carecían de controles adecuados, por lo tanto no podrían ser reconocidos por los científicos actualmente. Obviamente los experimentos de Darwin deben ser considerados de acuerdo con el desarrollo de la biología y la historia natural en aquella época, en que la experimentación exacta en biología casi no existía, pero no puede desconocerse que la experimentación formó parte de su método científico. Charles Darwin se distinguió justamente de otros naturalistas de su época por realizar experimentos para resolver problemas.

Se ha criticado a Darwin frecuentemente diciendo que su idea de la Selección natural no puede confirmarse debido a que es tautológica, vale decir que significa que los más aptos son los que sobreviven y se consideran más aptos a aquellos que sobreviven. Sin embargo, la frase “sobrevivencia del más apto”, que no fue planteada por Darwin sino por Spencer, no es una definición adecuada. La selección natural es un proceso probabilístico, no implica necesariamente que los más aptos sobrevivan, sino que tienen mayor probabilidad de sobrevivir. Se produce si existe variación heredable y si hay una fuerte relación entre la posibilidad de supervivencia y esta variación. Como se puede predecir, puede verificarse si ocurre o no la selección natural, y “más apto” no es simplemente el que sobrevive sino el que se predijo como mejor adaptado a determinada situación. Por ejemplo podemos predecir que tipo de determinados individuos sobrevivirá con mayor probabilidad y cual será más elimi-

nado según sus conductas y determinadas condiciones ambientales, en relación a sus formas de vida. Podemos tomar una cantidad igual y numerosa de determinados tipos de individuos y dejarlos en cierto ambiente, los ejemplares se marcan, se sueltan y se recapturan en varias ocasiones, lo que permitirá verificar si está o no actuando la selección natural.

A veces se le ha acusado a Darwin por los excesos a los que han podido llegar algunos supuestos seguidores, que han tergiversado sus ideas. Tales tergiversaciones no son, por supuesto, responsabilidad de Charles Darwin. Entre estas extrapolaciones abusivas del darwinismo se encuentra el llamado darwinismo social, que considera a la selección natural como la base de la libre competencia y el individualismo más brutal. La frase “supervivencia de los más aptos” de Spencer fue utilizada por magnates para justificar sus excesos. Los movimientos nacionalistas de Europa, que desembocaron en la primera Guerra Mundial, frecuentemente invocaron al darwinismo para justificar la lucha entre las naciones como continuación de un proceso biológico, que conduciría al legítimo predominio de los más fuertes, correspondientes a determinados grupos raciales. Miembros de la Liga Monista, fundada por Ernst Haeckel, desempeñaron un papel relevante en la emergencia del nazismo, planteando fantasías sobre la pureza racial germana y justificando mediante la selección natural su doctrina de que los individuos indeseables y las “razas inferiores” fuesen eliminadas por la “raza aria”. Sin embargo, Charles Darwin no tiene ninguna responsabilidad en esas tergiversaciones.



PERICIA, APTITUD, IDONEIDAD

Daniel Aguilar

Instituto Municipal de Investigación Médica, Barcelona
Corr-ele: daguilar@imim.es

Un estudiante acaba la carrera y quiere dedicarse a la investigación a través de un doctorado y un *postdoc*, con la idea de dedicarse algún día a la investigación de manera permanente. Hay muchos factores que condicionan el éxito de esta empresa: la vocación, las expectativas laborales, la brillantez. Pero hay uno que influirá decisivamente a la hora de poner los cimientos de una carrera científica prometedora: un director de tesis competente. Un director de tesis competente cumplirá con su obligación de formar al futuro doctor en hábitos científicos sólidos, tutelándole hasta que alcance la independencia como investigador. Una independencia que permitirá a este nuevo doctor, a su vez, dirigir las tesis

de otros recién licenciados. Competencia: ésta es la palabra clave. Una de las competencias de un director de tesis es enseñar a investigar a un *predoc* que comienza su tesis con ilusión pero habitualmente con cuatro nociones muy generales sobre el método científico (por algo el doctorado otorga la *suficiencia investigadora*). También es competencia de un director de tesis (que normalmente también es investigador principal de un grupo o PI) participar intelectualmente en el desarrollo de los proyectos que llevarán su firma (y no limitarse a aprobar el manuscrito final). Es cierto que el pensamiento independiente es una virtud a promover en cualquier joven investigador, pero eso no es excusa,



sin embargo, para que un director de tesis se desvincule de una de sus responsabilidades más básicas. Es un equilibrio en el que no resulta demasiado difícil encontrar el punto medio.

Sin embargo, estoy seguro de que todos conocemos casos tanto de doctorandos disgustados con la dirección de su tesis como de directores de tesis que "pasan" de sus doctorandos. Según el diccionario de la RAE, un incompetente es aquél no competente, siendo la competencia definida como la "pericia, aptitud, idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado". Quizá porque el tiempo que le ha dedicado a su doctorando ha sido insuficiente, quizá porque ha optado por dirigir una tesis de un tema que no domina lo bastante, lo cierto es que de un director de tesis incompetente el doctorando sólo recibe consejos poco meditados, retales de ideas improvisadas sobre una investigación quizá entendida sólo parcialmente. Demasiadas veces, el joven investigador (aún muy verde en la trinchera de la ciencia) acepta sin rechistar esas ideas, incapaz de cuestionar la veterania de su superior. Así, un director de tesis incompetente puede perfectamente sentenciar la carrera en ciernes de un futuro doctor debido a una falta de supervisión continua y adecuada. No son desconocidos los casos de doctorandos que se ven obligados a trabajar prácticamente por su cuenta para llevar a buen término una línea de investigación cuyo director de tesis se limitó a encargarle el primer día. A veces, si tienen suerte, serán asistidos por doctorandos más curtidos o algún *postdoc*, pero el resultado de esta falta de supervisión suele ser siempre el mismo: los experimentos que tendrían que durar días duran semanas, los que tendrían que durar semanas duran meses. Errores de planificación hacen que con frecuencia haya que repetir los experimentos o iniciar otros totalmente distintos. Errores de planteamiento hacen que muchos resultados vayan directamente a la papelera. Pasan los meses (incluso los años) y el doctorando se desespera porque se le acaba la financiación y ve que su investigación no avanza, perdida en un océano de ideas que se bifurcan y resultados nunca utilizados. La tesis, que ya tendría que tener cara y ojos, sólo tiene un título. Y lo peor es que su tutor parece desinteresado por su situación (sus esporádicas reuniones se rematan con la pregunta: "¿A tí cuándo se te acaba la beca?"). Después de dos o tres años de trabajo, este investigador entrega a su jefe un manuscrito donde ha recogido su proyecto, con sus métodos, sus pocos resultados y una breve discusión. El jefe aprueba el manuscrito sin dudar. Poco tiempo después llegan las críticas feroces de los *reviewers* (que han dedicado más tiempo que el director de tesis a repasar el artículo). Enderezar esa línea de investigación llevará bastante tiempo más.

Ante esta situación, la opción del PI metido a director de tesis puede sustituir la calidad de los investigadores por su cantidad. Es decir, se pueden tener unos pocos doctorandos bien dirigidos o muchos mal dirigidos con la esperanza de que alguno espabilado publique algo decente.

Como PI razona que, si de dos doctorandos se pasa a cuatro, las posibilidades de una publicación, por pequeñas que sean, se duplican. Y si se pasa a seis, se triplican. Y así sucesivamente, sin tener en cuenta que más personas a su cargo significa menos tiempo que poder dedicar a cada una de ellas. En el peor de los casos, becarios de investigación son utilizados para hacer trabajos que no les atañen en absoluto y que ni siquiera les forman como investigadores: yo he visto becarios de investigación que hacen tareas de técnico o que se encargan de administrar los sistemas informáticos del departamento, sin prácticamente contacto con la investigación real. Evidentemente, los programas de doctorado no fueron diseñados para suministrar mano de obra gratuita a un departamento escaso de fondos para personal.

¿Cómo reacciona el doctorando ante esa situación? El más maduro (o más rebelde o con las cosas más claras) puede mostrar su perplejidad y quejarse de la incompetencia de su jefe. O puede tratar de continuar (o recomenzar) su tesis en otro centro. O hacer acopio de valor y dirigir él sólo el barco de su tesis. Estas opciones no dejan der pequeñas proezas y muestran, a mi parecer, un grado de independencia y de madurez que dará un excelente investigador en el futuro. Otros doctorandos lo dejarán definitivamente y se buscarán "un trabajo de verdad" relacionado o no con la ciencia. Otro tipo de doctorando, el más inseguro y acomodaticio, acabará mirándose los pies y asintiendo a los consejos ambiguos que recibe de su tutor. Se doctorará a trancas y barrancas juntando cuatro resultados que defenderá ante un tribunal sospechosamente amable. Si tiene suerte, trabajará como *postdoc* bajo las órdenes de un PI competente que quizá pueda enderezarle y pulir los malos hábitos que ha incorporado durante su formación como doctor. Y, en este proceso, podría recuperar la ilusión por descubrir. A modo de anécdota, un colega mío que marchó a trabajar de *postdoc* a Estados Unidos me comentó: "Por primera vez me siento un científico de verdad: aquí hacemos los experimentos sabiendo por qué los hacemos, no para probar a ver qué pasa". Si el doctorando no tiene suerte, su inmadurez científica nunca corregida hará que se pasen unos cuantos años publicando trabajos mediocres en revistas mediocres, lo que rezagará su currículum y comprometerá su futuro profesional (a menos, claro, que cuenten con un buen enchufe).

¿Por qué se da esta situación? ¿Es esto sólo una cuestión de irresponsabilidad? Creo que en parte. A la irresponsabilidad no se llega por accidente ni por desconocimiento: se llega por negligencia. Entiendo que, tal y como está montada la pirámide investigadora española, estabilizarse como PI supone casi siempre ocupaciones administrativas y docentes que se comen un buen pedazo del tiempo que se tendría que dedicar a investigación. Sin embargo, esto no se tendría que traducir sistemáticamente en un director de tesis que esté poco por sus doctorandos (ni, de forma más general, en un PI que descuide a sus investigadores, sean *predocs* o *postdocs*). Participar



en las líneas de investigación de su grupo forma parte de las obligaciones de un PI y el tiempo a dedicarles debe ser considerado en su agenda como una obligación más. Puede producir más un grupo pequeño bien gestionado que uno grande pero sin dirección. También entiendo que un PI puede no tener las cualidades de liderazgo necesarias para motivar a un colectivo de personas. Y esto se relaciona directamente con el tipo de ascensor laboral que existe en la ciencia española. De la misma manera que uno puede ser un atleta excepcional pero un mal entrenador, hay jefes de grupo que harían más felices a aquellos a su cargo (¡y quizá serían más felices ellos mismos!) de estar trabajando como técnicos de laboratorio, por ejemplo. Pero aquí está el otro factor que contribuye a enquistar el problema: las condiciones laborales de un PI son más atractivas que las de un técnico, significando muchas veces la manera de obtener el famoso contrato fijo. Así, cualquier *postdoc* con cierto currículum se acaba planteando optar a una plaza como PI, a la que llegará (en teoría) a través de la evaluación de sus logros científicos. Un directivo de una multinacional automovilística me comentaba no hace mucho que, hace años, ellos tenían el mismo problema: un ingeniero brillante iba ascendiendo en la empresa hasta el punto en que, para seguir ascendiendo, tenía que asumir tareas de directivo. Ese ingeniero podía ser excelente en su especialidad, pero resultaba a veces un directivo pésimo. Es cierto que el mantenimiento de una plaza de PI suele estar vinculada al ritmo de publicaciones del grupo, un parámetro importante pero no único y que es evaluado de una manera demasiado laxa en la gran mayoría de casos: es difícil que un PI pierda su puesto en una universidad pública si produce una lista anual mínima de publicaciones, independientemente de que sean proyectos desarrollados dentro del grupo o

colaboraciones individuales del propio PI con grupos externos (por ejemplo, fruto de su relación con centros extranjeros). Me parece evidente que un grupo de cinco o seis investigadores que produce una (o ninguna) publicaciones anuales tiene un problema.

La que describo es una situación demasiado familiar y desgraciadamente tiene difícil solución. Si tenemos que apelar a la honestidad de cada uno para aceptar sus limitaciones y no comprometerse con tareas que no podrá cumplir, chocamos con cuestiones laborales muy serias: si llegar a PI es la manera de poder pagar la hipoteca con tranquilidad, las demás consideraciones sobre capacidad de liderazgo, motivación, etc., suelen quedar en un segundo plano. El directivo de la multinacional me explicó que ellos resolvieron su problema reorganizando el organigrama de la empresa para permitir que los ingenieros ascendieran sin necesidad de asumir una labor para la que no estaban preparados. Eso es lo que se tendría que hacer en la ciencia española: promover formas de estabilización laboral en el mundo de la investigación que no pasasen necesariamente por concursar a un puesto de PI. Por otro lado, pedir a los doctorandos descontentos que se planten es también exigir mucho a un colectivo heterogéneo y a veces un poco desconcertado (aunque cada vez más organizado gracias a iniciativas como la Federación de Jóvenes Investigadores). Conociendo las inercias científico-administrativas en España, no creo que ninguna solución (ni siquiera parcial) vaya a plantearse a medio plazo, pero esperemos al menos que con nuestras protestas estemos sentando las bases para un futuro cambio.



“YA LLEGARÉIS”

LAS MUJERES EN LA INVESTIGACIÓN

Ana Canda

Investigadora postdoctoral en el Medical Research Council, UK

Corr-ele: anacandasanchez@yahoo.es

Cada vez que el tema mujer y ciencia sale en alguna conversación, de corrillo en un pasillo o en la cafetería, observo tres tipos de reacciones: los que piensan que eso de la discriminación de las mujeres es cosa de los tiempos de la Inquisición, los que te miran con cara de susto (aquí hay incluso gradación, desde “*ésta es una feminista radical*” a los que piensan que eres una nueva Lorena Bobbitt) y la que más me molesta: media sonrisa, toque en la espalda y un “*ya llegaréis*”. Éste último tipo de reacción no es exclusiva de varones, duele más cuando es otra mujer la que te dice “*ya llegaremos*”. El fondo de este argumento se basa en que las mujeres,

que ahora mismo son mayoría en las aulas de nuestras universidades, cuando pasen los años y vayan haciéndose más tesis, más *postdoc*, etc., lograrán batir en las estadísticas al otro sexo. Como si esto fuera una “competición” y el “otro sexo” fuera el enemigo a batir. Yo, a los hechos me remito.

Las mujeres son mayoría en las aulas universitarias desde el curso 90/91 (salvo en las ramas técnicas), acaban en mayor proporción la educación universitaria y, dicen, sacan mejores notas que sus compañeros varones. Sin embargo, eso de que son más empieza a cambiar en el doctorado: de un 60% de mujeres que

acabaron la universidad en el curso 05/06, sólo se matricularon en tercer ciclo un 51% al año siguiente (06/07). Y se pueden extrapolar hacia atrás estos datos hasta el curso 98/99. Es decir, se empieza a perder representación femenina en el primer peldaño de la investigación, que parece no ser una alternativa profesional atractiva para las mujeres. Pero luego llega el punto de inflexión del título de doctor. Es curioso observar cómo se invierte la situación cuando hablamos de tesis leídas, ya que las mujeres representan el 47% de las mismas (curso 06/07). O sea, que se han “perdido” más mujeres que hombres a lo largo del doctorado (datos procedentes del Instituto Nacional de Estadística, INE).

Curso	% Mujeres que terminaron Estudios Universitarios	% Mujeres matriculadas en doctorado	% Mujeres en tesis aprobadas
1998-1999	59,24	50,69	41,99
1999-2000	59,06	50,18	43,95
2000-2001	59,24	50,71	42,82
2001-2002	59,16	50,98	45,98
2002-2003	59,29	51,02	45,44
2003-2004	59,53	50,59	44,29
2004-2005	60,06	51,22	47,60
2005-2006	60,46	50,99	46,75
2006-2007	60,90	51,80	47,62

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

Luego vienen los datos de las etapas tras la obtención de la tesis. Los programas Juan de la Cierva (JdC) y Ramón y Cajal (RyC), muestran una desviación de la curva a favor de los varones. En el curso 06/07, sólo un 34.4% de los RyC eran mujeres (aunque es cierto que sólo hubo un 40% de solicitudes), mientras que en el caso de los JdC el porcentaje era un 41.5% (ambos datos de la Secretaría General del Consejo de Coordinación Universitaria). Éste último porcentaje es el que más llama la atención, dado que los JdC son jóvenes doctores (candidatos que hayan conseguido el título de doctor en los últimos 3 años) y mirando la vista hacia el porcentaje de tesis leídas por mujeres en esas fechas, éstas representan más del 47%. Es decir, hay otra bajada en la representación femenina.

O sea, en esta “competición”, de un 60% de mujeres de media que han acabado los estudios universitarios en los últimos diez años, sólo hay un 41% de representación en los programas de recién doctorados. Si se continúa mirando hacia las categorías superiores vendrían los famosos datos y gráficas sobre las distintas categorías de profesorado universitario y del CSIC, donde las diferencias entre ambos sexos siguen creciendo en las diferentes etapas, y siempre desfavorablemente para el sexo femenino. Haciendo uso del caso extremo de la categoría de catedráticos, en el 2007 las mujeres representaban sólo el 13,9% de los mismos.

Si el “ya llegaréis” fuese cierto, las mujeres deberían mantener los porcentajes de representación desde la finalización de los estudios universitarios, a la matrícula en los cursos de doctorado, hasta llegar al número de tesis aprobadas y más arriba en el escalafón. Muchas veces se justifican las diferencias entre ambos sexos, sobre todo en los peldaños superiores, aludiendo al proceso histórico de incorporación de la mujer a la investigación. Esto no es así. Desde la década de los 60, el porcentaje de mujeres que termina estudios universitarios es del 30% (en 1968 era un 33,9%) y ha continuado ascendiendo de forma continua en años siguientes; es lógico pensar que si el proceso de promoción fuera más lineal, las mujeres deberían tener una representación mucho mayor entre los catedráticos que el actual 13,9% (“*Académicas en cifras, 2007*”, Unidad de Mujer y Ciencia, FECYT).

¿Qué tiene la carrera científica que no atrae a las mujeres? No es difícil imaginarse que los factores son varios, y en ellos confluyen tanto cuestiones estructurales como sociales. Estructurales son las ya conocidas: ausencia de continuidad en la carrera investigadora (grandes etapas “en blanco” entre resoluciones de convocatorias), falta de una financiación acorde con los proyectos, etcétera; y afectan a ambos sexos por igual. De hecho, la encuesta de recursos humanos en Ciencia y Tecnología de 2006 (INE) apuntaba a que la mayor parte de

los doctores que no seguían en investigación lo hacían por tres razones: las oportunidades laborales muy limitadas en el campo de la investigación (59,61%), las malas condiciones laborales (25,48%), y la baja remuneración (23,40%); y los resultados eran similares para hombres y mujeres.

Hay quién aduce que la menor presencia de mujeres en la investigación se debe a la maternidad biológica (embarazo y lactancia) ya que ésta dificulta durante un tiempo igualar el ritmo de trabajo (y publicación) respecto a los que no han tomado esa opción. Desde mi punto de vista, esto es incorrecto e incompleto. Al caldo de cultivo que suponen las anteriormente mencionadas carencias estructurales del sistema de investigación español, se suman las presiones de una sociedad que sigue viendo a la mujer como el *alma mater* responsable de la familia. Bien es cierto que, para todos y todas, el sistema investigador establecido en España parece estar diseñado para evitar la formación de una familia: empezando con que la media de edad para la obtención del título de doctor es de unos 34 años (33 años para las mujeres y 34.9 para los varones, según la encuesta de recursos humanos del INE), continuando con un período de “movilidad postdoctoral” variable, y, si hay suerte, con la incorporación a un centro en el que se puedan concatenar una serie de contratos hasta poder conseguir el ansiado puesto con cierta continuidad laboral. Y todo ello, aderezado con los habituales retrasos de las diferentes administraciones públi-



cas en la resolución de sus propias convocatorias. Pero es la mujer la que sufre la presión de escoger entre formar una familia y tener una carrera profesional. Los datos del “Grupo Helsinki sobre mujeres y ciencia” hablan bien claro a este respecto: un 60,2% de las investigadoras está soltera (frente al 52,8% de los varones) y un 72% no tienen hijos (frente al 39% de los varones).

Es por ello que el principal reto para la compatibilización de la vida laboral y familiar de los investigadores en España debería ser definir un modelo de carrera investigadora transparente que garantice conocer los plazos y las condiciones necesarias para pasar de una etapa a otra *a priori*, que es lo que ocurre en el sistema “*tenure track*” anglosajón (y no lo que aparece en el borrador cero de la Ley de la Ciencia y Tecnología). Además, la compatibilización de la vida laboral y familiar no debería “penalizarse” a la hora de evaluar un currículum; en el “informe ETAN del grupo Helsinki”, así como en la “Carta Europea del Investigador”, o en la misma Ley de Igualdad española, se especifica que deberán tomarse medidas que garanticen la conciliación de la vida familiar y laboral y que deberá computarse el tiempo que las personas (mujeres y hombres) han dedicado a la misma.

Por supuesto, llegados a este momento, muchos pensarán que las diferencias biológicas asociadas a la maternidad y a la creación de una familia (dado que las estructurales afectan a ambos sexos por igual) son el único motivo para la menor presencia de las mujeres en la investigación. Bueno, no exactamente. Hay circunstancias derivadas de esa visión tradicional de la mujer como responsable de la familia como son las redes masculinas o el techo de cristal. Las redes masculinas son muy sutiles y subjetivas, es una discriminación poco ostentosa; ejemplo, dentro de un determinado grupo de investigación: ¿son ellos los que más van a congresos dentro de un grupo de investigación?, ¿es a ellos a los que se les ofrecen las mejores colaboraciones o proyectos? Las redes masculinas no dicen nunca directamente “no”, simplemente son las que permiten que las mujeres se vayan quedando atrás. Las redes masculinas además pueden llegar a ser muy explícitas, así se demostró en el famoso artículo *Nepotism and sexism in peer-review* de Christine Wennerås y Agnes Wo (Nature 387, 341-343 (22 May 1997)) sobre la situación en Suecia, en donde se llegó a la conclusión de que las mujeres tenían que tener hasta cuatro veces mejor currículum que los hombres para obtener igual financiación. Dado que las peticiones de proyectos son resueltas por comisiones y evaluadores mayoritariamente varones, éstos pueden, de cierto modo, penalizar a las mujeres en sus informes (o favorecer más a los hombres). Es por ello, que una de las medidas recomendadas, y recogida en la mayor parte de normativas desde entonces, es que en los tribunales y comités de evaluación haya paridad de sexos en la composición de los mismos.

Al lado de las sutilezas, está el techo de cristal (esa barrera invisible que hace que las mujeres no sobrepasen cierto nivel de responsabilidad en su profesión) que es mucho

más tangible. Hay veces que viene impuesto desde fuera: “no le voy a ofrecer esta colaboración porque si se queda embarazada el proyecto sufrirá un retraso”, “mejor será fulanito porque menganita tiene niños y no sé si podrá hacerlo”, “fulanita trabaja bien pero no puede tomar las riendas de este tema”, etcétera. Pero muchas veces el problema viene de dentro, cuando es la mujer la que se autoimpone un límite, una barrera, un techo de cristal: “si presento mi proyecto como IP me va a dar más trabajo”, “si acepto más responsabilidades tendré menos tiempo para mi familia”, “no estoy interesada en el puesto de manager porque me supone más trabajo y responsabilidad”,... En el caso del techo de cristal autoimpuesto, siempre hay ese componente social que presiona a la mujer para que se culpabilice de no dedicar el tiempo “socialmente” adecuado a la familia. En un mundo ideal, debería venir el apoyo de la pareja y la corresponsabilidad, e incluso cierto egoísmo de querer llegar a más porque “yo lo valgo”. Ahora bien, ni todas las mujeres son educadas igual, ni todas las parejas de esas mujeres van a ofrecer el mismo apoyo. Éste es quizás el mayor problema: superar las barreras que las autolimitan en su profesión.

Si se consideran juntos los factores estructurales (períodos “en blanco” debido a las oportunidades laborales limitadas, malas condiciones laborales, bajos salarios) y los sociales (compatibilización de la vida familiar y laboral, redes masculinas, techo de cristal) se pueden explicar muchos abandonos femeninos. Las medidas destinadas a reducir el abandono de las mujeres (o su no entrada) en la investigación deberían dejar de verse como una afrenta y más como una medida necesaria para evitar la pérdida de recursos. No se entiende que la investigación en España genere doctoras y doctores, con la inversión de dinero que eso supone, que luego no van a tener cabida en el tejido de I+D público o privado y deben buscarse la vida en otro lado.

Hay que desmitificar el “ya llegaréis”, lo cierto es las mujeres no llegan. Está claro que la situación ha mejorado bastante desde los tiempos en los que se quemaba a las mujeres acusadas de brujería por sus conocimientos, y ya no necesitamos permisos especiales del Rey para estudiar (caso de la primera universitaria María Elena Maseras Ribera que necesitó un permiso especial del Rey Amadeo de Saboya), ni siquiera de nuestros padres o maridos. Es cierto, las mujeres hemos avanzado mucho, pero aún queda mucho por avanzar.

Nota del Editor: Se puede encontrar más información sobre el tema en “Los problemas de ser mujer y joven investigadora (becaria). El papel de la FJI”, de Aurelia Hernández Moyés en la página de Informes de la FJI-Precarios.

<http://www.precarios.org/Informes+de+la+FJI>





CIENCIA Y ETICA (¿EXISTE ÉTICA EN LA CIENCIA?)

Juan F. Gallardo Lancho.

Socio de la AACTE y miembro de la API
Corr-ele: jgallard@usal.es

En la plaza de toros de Quito el sombrero es obligatorio, pues el sol en poco tiempo llega a quemar la piel expuesta (a pesar de salir sólo esporádicamente entre densos nubarrones). Dejamos sentado al inmenso Rafael (el mulato cubano) entre José y yo, ocupando generosamente (entre los tres) cuatro asientos pintados directamente sobre el cemento.

– ¿Cómo veis la situación científica desde vuestro país? –preguntó José mientras se iniciaba el paseíllo.

– Mi país hace tiempo que sólo se inclina hacia la investigación de aplicación inmediata; como bien sabéis –respondió Rafael con su amplia sonrisa de dientes blancos- la reordenación de institutos y centros va en esa dirección hace años. Ello ha permitido (lo cual no ha sido todo malo) nuestras escapadas de ayuda a países con necesidades de ayudas tecnológicas en áreas en las cuales nos defendemos bastante bien, como agricultura tropical o medicina. El tema es seguir ilusionando a los jóvenes, que ven otros caminos más productivos. La poca atracción de la carrera científica no es sólo algo propio de mi país (por lo que observo en otros que visito); la vida científica o académica es larga, competitiva y frustrante, porque nunca hay los medios que se requerirían para estar en el filo del conocimiento (repito, no sólo me refiero a mi país). Tampoco se devuelve demasiado a la Sociedad según ojos y opinión de ésta (o a corto plazo), impidiendo a veces las rencillas entre científicos progresos más rápidos al perturbar las deseables colaboraciones. Además, hay quizás demasiado *ego* personal entre los que se aventuran en el mundo científico (o mismamente artístico), por lo que siempre se espera en este campo más de lo que se merece...

– La vida científica es siempre una caja de sorpresas Rafa; uno es su propio empresario y uno mismo se programa, obteniéndose fracasos y éxitos muchas veces por casualidad; es decir, en parte es uno bastante anárquica –intervine sin dejar de mirar al ruedo-. Pero se gozan de posibilidades que otros humanos nunca suelen lograr ni con dinero. A veces se codea uno con gente humildísima, a veces el trato es con personas que tienen capacidad de invitarte en un hotel lujosísimo (como quien da una limosna a un pobre hombre) y que jamás pagarías si fuera tu propio dinero (o incluso el de los Proyectos); pero, otras veces, vives en residencias universitarias en que ningún profesional de clase media-alta aceptaría vivir, pero tiene su emoción. Por esta razón, quizás, se debería pagar por ejercerla (¿o disfrutarla?), no que te paguen por ello. Lo malo es que, para producir científicamente, tus necesidades personales deben estar satisfechas para que tu mente esté libre; es decir, estar más por los nuevos cono-

cimientos que por obtener dinero. Quizá a esto es a lo que se llama investigación básica. La investigación aplicada sería cuando el investigador se cansa de vivir como clase media (apurando, quizás, clase media-alta) sabiendo que, con menos formación, mucha gente gana muchísimo dinero más (incluso trabajando bastante menos) e intenta sacar plata de los saberes nuevos. Pero, por lo que veo a mi alrededor, poca gente se atreve a dar ese paso o, quizás, no sabe cómo darlo.

– En los países en vías de desarrollo (y no tan desarrollados), la investigación básica no deja de ser un lujo –respondió José. La investigación libre es cara, agravado por el individualismo del ser humano, más aún el que se tilda de intelectual que (como dijo Groucho) no se suele asociar ni con él mismo; en eso coincido con vosotros. Luego la investigación, más que orientada, debería funcionar como una industria más, aprovechando los escasos recursos que se tienen. En vuestros países desarrollados, que visito con frecuencia –me miró José-, tan pronto un becario se transforma en funcionario desea un laboratorio propio y, tras ello, no es infrecuente que desee matar a su padre científico, es decir, en pocos años se odien a muerte. Todo ello resulta carísimo y dudosamente rentable. Y no se suele salir de esta norma ningún país de los que observo (concedo que casi todos son “latinos”). Los mismos aparatos se multiplican en los centros con toda clase de argumentos y ninguno llegar a ser aprovechado en su integridad o máximas posibilidades; eso es un derroche manifiesto...

– El tema, José, es que para remediar estas disfunciones (a veces, claros abusos que nadie desea ni puedes cortar en los sistemas públicos, bien por el fondo político, o bien en base al “*hoy me callo yo, pero mañana te callas tú...*”), el sistema público de I+D es bastante cuestionado, más si son funcionarios –añadí, ahora observando el colorido de los tendidos-. Se inventan o decretan normas a veces esperpénticas que nada solucionan, aumentan la burocracia y nunca van al fondo del asunto: Que sería simplemente exigir a los vagos, procurando a todos los investigadores los suficientes medios para que no tengan excusas de escaquearse... Pero esta simple solución sería una revolución, pues nadie en un puesto de decisión desea cortarse las piernas (hacerse el “*harakiri*”) luchando contra una maquinaria que es exacta a la que ya describía Larra hace más de un siglo. No son ya temas técnicos (casi siempre solucionables), son problemas humanos, a veces de solución casi imposible. Parece mentira que gente supuestamente inteligente (como los científicos) no tengan un comportamiento ético y se



deje arrastrar por los *egos* y las pasiones personales sin hacer(se) el mínimo autoanálisis.

– Me hace gracia lo de la ética en Ciencia –intervino Rafael que continuaba sonriendo, quizás por el espectáculo-. Parece que sólo se enfoca en conflictos prácticamente religiosos, por las presiones de las religiones y asociaciones próximas a (o derivadas de) ella; pero nunca atiende al resto de la ética del comportamiento humano. Se exige una ética (con comités y toda su parafernalia) por cualquier asunto que suponga interrumpir el nacimiento de unas células en desarrollo o parar la vida de una piltrafa humana, pero no se mueve un dedo por la muerte violenta por guerras (a veces que incumben a miles o millones de personas o desatados por el propio Estado: Recordad Chile, Argentina o España. Como ejemplo, la Iglesia no movió un dedo por eliminar la esclavitud en Cuba (sin mencionar el manido asunto de los judíos o moros). Antes de entrar en la plaza hablamos de un problema sangrante, como es el de los jurados amañados para favorecer al pupilo, sobrino, o persona cercana al partido o grupo religioso (o cualquier grupo de investigación de tipo mafioso) y lograrle un puesto de funcionario (o concederle un proyecto regado de dinero) a un favorito o perteneciente a la cadena clientelista; pero nadie habla de aplicar aquí la pomposa Comisión de ética; aquí callan todos y los que hablan son inmediatamente fulminados acusados de resentidos o envidiosos. Todos conocemos en nuestros países cátedras con nombres de la Tesis doctoral del beneficiado en concursos amañados desde el inicio; o institutos creados *ad hoc* para personas que supuestamente son científicos buenísimos, pero que jamás dejan (o han dejado) de tener cargos de diferentes tipos desde casi tras defender la Tesis. La célebre Comisión de ética te prohíbe un experimento porque hace sufrir a un ratón, pero se inhibe cuando investigas un ojo óptico para que un obús destrozce y mate con más puntería y certeza ¡y no precisamente ratones!: Hipocresías humanas. Estas deformaciones arrancan de la propia vida corriente (como dije, *v. g.*, se arma un escándalo mediático cuando alguien. o algún país, renombrado realiza un aborto con ciertas semanas o aplica alguna eutanasia a algún enfermo terminal, pero se da como costumbre la muerte de cientos o miles de personas cuya única maldad fue nacer en un país miserable a merced de los intereses (y armas) de las naciones que se llaman (a sí mismas) desarrolladas/civilizadas; y hasta tienen Comisiones de ética y Defensores de (su) Pueblo. La propia *O.N.U.* da gritos o calla en función de lo que le interese a un par de países, con varas de medir *ad hoc* para cada caso (el colonialismo ruso en Afganistán fue vilipendiado hasta el infinito; el actual de los países occidentales para hacer prácticamente lo mismo, es bendecido). Los tiranos se respetan o aborrecen en función de que sepan hacer o no negocios con la *'beautiful people'* de los países líderes. Ahí tenemos a las empresas hablando de ética y quien lo suele preguntar no es raro gane ¡millones de euros al año! (lo cual ya entra incluso en aspectos de sensibilidad humana, es verdaderamente una ofensa al resto de la humanidad respecto a lo que se inhiben los tribunales internacionales. Con la

reciente crisis ya lo estamos pagando, pero eso sí, todos para que los muy ricos sigan desarrollando el mismo capitalismo inhumano: *"No se deje hundir a las empresas"*). La Ciencia no se escapa a este mismo doble comportamiento; no es raro conocer que la misma autoridad que está encumbrada en algún pomposo "Comité de ética" (por ejemplo, de experiencias genéticas) a la hora de actuar como miembro de un Tribunal de valoración de algo intenta barrer para su casa o su grupo de manera descarada; o mismamente pregonan que son amantes de estas salvajadas que estamos viendo llamadas en España "Fiesta Nacional" para más recochineo de los partidarios del maltrato animal en los laboratorios. Son éticas, pues, muy particulares, siempre bajo en repetido principio de *"la caridad comienza por uno mismo..."*; y no hablemos de la investigación de *"Defensa"*.

– Emanas marxismo por los poros, Rafa –ahora quien se sonreía era yo; el torero era rematadamente malo por lo que prefería mirar al tendido-. Pero no veo nada clara una solución...

– Es curioso que en todo discurso se les solicita a los jóvenes (o menos jóvenes) nuevas ideas, participación y crítica libre –añadió José –, cuando se sabe que es raro que pueda aplicarse en la vida diaria, ajustada milimétricamente a hacer, o decir, siempre lo políticamente correcto (cuando no, hacer lo contrario a lo que se predica). Los que suelen dirigir las sociedades (sea civil o científica) arremeten silenciosa (pero implacablemente) contra el crítico, pues lo que el Poncio de turno espera cae dentro de la pura adulación que le permita seguir encumbrándose (o, al menos, mantenerse), recelando de las nuevas ideas que pueden desplazar las suyas (sólo, cuando las ven excelentes e irremediables procuran apropiárselas con el socorrido *"donde dije digo, dije diego..."*; *ya lo decía yo antes en cierta manera..."*), siendo ello una constante esté mandando la derecha o la izquierda. Todo esto me recuerda algunas escenas de ciertos *films gauchistas* (o mismamente de Buñuel) de los años sesenta-setenta en la que se veía a un gordote párroco, con sonrosados mofletes, pregonando las virtudes de la abstinencia, la pobreza y la frugalidad en una iglesia barroca cuajada de oro y plata (¡viva la coherencia y la ética!). Obviamente, abandonado el marxismo que destilan los análisis sociales de estas películas de denuncia de contradicciones (entre lo que se dice y lo que se hace, que bordaron los italianos y mejicanos, sobre todo) han devenido a ser total y políticamente incorrectas (¡ya ni se ven en la TV!). No sé si las barrieron los *'neocóns'* (con sus películas de terroristas y superlativa violencia, en la que sólo se salva el avispado "bueno" al final, bien regado de salsa de tomate), o ya la juventud lo ve tan claro que, en cuanto abren los ojos a la realidad social, consideran aquellas películas caducas (e ingenuas) por innecesarias.

– Esta juventud va teniendo claro que al crítico se le evita (incluso margina) en todas las instancias –apoyó Rafael la idea-, dado que sus opiniones no pocas veces se enfrentan a la dirección política, de ahí su "pasotismo". No es que



no quieran participar o dar nuevas ideas, es que ven clara la inutilidad de la crítica en una verticalidad social (que poco varió en la práctica del “*Régimen anterior*”: Los mismos partidos son todo menos democráticos, lo más máquinas electorales de oligarquías y grandes intereses económicos). De ahí a la sospecha de corrupción en todos los países, supuestamente democráticos o no.

– Las nuevas ideas suelen ir en contra de los intereses establecidos incluso en los medios científicos –añadí mirando de nuevo al colorido tendido, más atrayente que el ruedo-, por lo que hay una reacción “natural” contra ellas (atentan con las verdades impuestas por los controladores sociales). Por otra parte, la participación horizontal va también en contra de la realidad de la verticalidad política (atenta contra el liderazgo único) y a quién ose solicitarla en serio se le acusará, sin más, de “*asambleario*”, como delito grave y suficiente para buscar su desprestigio. Además, he aprendido de la vida que si no se tiene fuerza (política) las buenas razones no significan absolutamente nada (o muy poco), por más democrático que se considere el Organismo público de turno, ¡incluyendo al mundo universitario!; lo que prima en todas las instancias es la razón de la fuerza. De ahí las distintas varas de medir que se suelen utilizar en todas las decisiones sociales (como se apuntaba antes), sean o no científicas (todos conocemos en los medios jurídicos sentencias curiosas, dependiendo la extracción social del acusado, u hombre, homosexual o mujer, o su trato posterior si termina alguien en la cárcel).

– Toda esta evidencia –señaló José- conlleva a la desilusión vital. Gran parte de nuestra generación tenía una idea romántica de la Universidad y de la investigación. Esa idea se rompió al llegar a conocer por dentro las Instituciones y comprobar que todas obedecen a la misma razón (política, claro: La de la fuerza). Es decir, que la supuesta formación superior no significa un mejor comportamiento; sólo que es más florentina la manera de encumbrarse sobre los demás (al precio que sea), sin tanto ruido; pero no por ello menos dolorosa para los perdedores o, incluso, excluidos. Uno, a veces, oye en conversaciones anécdotas donde la reelaboración de la Historia es evidente, más bien, una constante. Personajes que fueron tétricos históricamente se enseñan como “*salvadores*” de esa situación con el paso

de los años a base de la reescritura de los hechos (o *vice-versa*, si cambió la estructura). Hemos conocido ciertos casos de supuestos ídolos de la Ciencia que, llegados a conocer en la realidad del trato cercano por azares de la vida, son sobretudo unos miserables hambrientos de notoriedad y prepotencia, que compran y venden su influencia para su encumbramiento personal, sin piedad alguna para el que consideraba “*inservible*” para sus aspiraciones o del que se proponían succionar y sacarle todo el jugo posible. Como decíais, pura ética. Pero la parte noble del asunto es que la mayoría de los científicos, aún con sus limitaciones, intentan tirar para adelante como pueden del carro de la Ciencia (y los conocimientos generados) y, tarde o temprano, aumentan la calidad de la vida de la Sociedad: Esto es indiscutible. Pero el tema pendiente es como poder hacerlo mejor y menos costoso; cómo, con los siempre limitados medios, se puede ser más eficaz socialmente. Por ejemplo, hablábamos ayer del tema de contratos o becas para los doctorandos. Si se es estricto, dar una Beca significa implícitamente que se le da libertad de investigación al doctorando, con la sola vigilancia de su Director u orientador como decimos acá; esto es, realizar una Tesis novedosa. Pero si das un contrato, debería llevar implícito trabajar para lo que se le contrata; por lo que debe olvidarse de la Tesis y debe el contratado ceñirse al trabajo encomendado, como para todo mortal. Lo curioso es que los doctorandos desde abajo piden contratos para hacer una Tesis libremente, mientras que los de arriba actúan según los fondos disponibles, vistiendo santos a base de desnudar vírgenes...; de nuevo aparece la ética.

Nos pusimos de pie porque el público, más aburrido que divertido, comenzaba a abandonar el ruedo, apremiado por la amenaza de lluvia; el ruido y murmullo del foro impedía dirigirnos ni una frase más, pero creí oír a Rafael comentar:

– Jamás volveré a pagar por ver una salvajada como ésta...

Salamanca, 6 de Enero de 2009.



EL MODELO EQUIVOCADO

Mark J. van Raaij

Tesorero de la AACTE

Corr-ele: mark.vanraaij@usc.es

El modelo germánico de investigación apostaba fuertemente por una persona (catedrático), con todo un departamento a su servicio. Al director se añadían profesores de menor nivel, pero en muchos casos el que mandaba era sólo el; figuraba como último autor en todos los artículos del departamento. Con el crecimiento de los departamentos, era cada vez más frecuente que el jefe sólo firmaba,

pero en muchos casos ya no controlaba del todo de qué iba el artículo, porque su departamento se había diversificado tanto que no podía seguir todas las líneas de investigación y las técnicas utilizadas. Un departamento así era organizado de manera piramidal: un catedrático (profesor “C4”), varios (o muchos) profesores titulares permanentes, más técnicos de laboratorio, estudiantes de doctorado y licencia-



tura y personal administrativo. Sobre el papel, cada departamento sólo tenía un IP... aunque en muchos casos los otros profesores eran “de facto” responsables de su propia línea de investigación. Recientemente, incluso en Alemania, este modelo está siendo cambiado, debido a la relativa baja productividad y alta endogamia que proporcionaba (aunque en Alemania, al menos se prohibía a los “habilitados” sacar una plaza en la misma universidad).

En el modelo anglosajón, cada departamento está compuesto por personal “tenure” y “tenure-track”, todos con su propio grupo, o en algún caso incluso trabajando solo (existen campos en que una persona trabajando solo puede tener un impacto muy relevante). Así, cada profesor permanente tiene su grupo de postdocs y predocs, quizás algún técnico o ayuda administrativa, más algo de personal de apoyo asociado directamente al departamento. En la mayoría de los casos, un grupo de investigación así sólo tiene un doctor permanente, que es el profesor responsable. Las responsabilidades de la línea de investigación son así del todo claras, aunque obviamente no se prohíbe e incluso se promocionan colaboraciones entre los diferentes grupos del mismo departamento. Aunque en este modelo no hay reglas escritas, también es relativamente raro que un predoc o postdoc siga en el grupo para siempre - tiene que independizarse; y, para eso, es necesario moverse entre instituciones -. Las instituciones promueven esta movilidad ofreciendo “start-up packages” para atraer a los mejores investigadores/docentes que puedan.

El modelo español tradicional tiene la mayor parte de los aspectos malos del modelo germánico, pero sin la prohibición a un habilitado de optar por una plaza en la misma institución por la cual fue habilitado. Por tanto, los departamentos españoles son aún más endogámicos que los alemanes lo eran, y se desincentiva por activa, pero sobre todo por pasiva, la movilidad. Y, aunque a estas alturas está demostrado que el modelo anglo-sajón funciona mejor, el MICINN y los gobiernos autonómicos siguen apostando por el modelo germánico. Véanse como ejemplo las siguientes

convocatorias recientes, e invito a los lectores a añadir más ejemplos en los comentarios a esta entrada.

- La orden de 4 de febrero de 2009, de la Consejera de Ciencia, Tecnología y Universidad del gobierno de Aragón, por la que se convocan, para el año 2009, subvenciones a la actividad investigadora de los grupos de investigación reconocidos por el Gobierno de Aragón y se establecen las medidas para el reconocimiento de grupos de investigación (Boletín Oficial de Aragón 13/2/2009, pag. 3194-3210). Los grupos emergentes ya deben contar con al menos dos doctores estables! Los grupos consolidados, tres.
- El programa de Estructuración y Consolidación de grupos de la Xunta de Galicia (Diario Oficial de Galicia 11/7/2008, p. 13615-13629), en la que se puntúa de manera decisiva el número de doctores permanentes y los sexenios de ellos. Un grupo con solo un doctor permanente difícilmente podrá conseguir esta ayuda.
- El programa Ángeles Alvariño de la Xunta de Galicia (Diario Oficial de Galicia 13/8/2008, p. 13615-13629), en el que las universidades gallegas contratan jóvenes doctores por tres años, normalmente en el mismo grupo al que han hecho el doctorado. El programa obliga a los contratados a acumular 24 meses postdoctorales de estancias fuera de Galicia, al final del contrato. Aunque sobre el papel fomenta la movilidad, en la práctica fomenta la relación indefinida con el grupo en el que se ha hecho el doctorado y el crecimiento de grupos al estilo alemán.

¡A estas convocatorias muchos grupos de éxito de la EEUU o RU no podrían optar!



Con espíritu crítico y constructivo,
desde la diversidad, como amalgama de profesionales
de todos los estamentos y disciplinas científicas,

¡Luchamos por conseguir el progreso del sistema español de I+D!

Tu opinión es importante

¡Hazte de la AACTE!



Asociación para el Avance de la Ciencia y la Tecnología en España. <http://www.aacte.eu>

LA GRIPE PORCINA: EVOLUCIÓN EN ACCIÓN

[A. N.] Cuando un cerdo presenta un cuadro de fiebre, estornudos, tos, falta de actividad, carencia de apetito y pérdida de peso, puede haber contraído la gripe porcina. En los casos en que la enfermedad se contagia a los humanos, los síntomas se complementan con dolor de garganta, fatiga, dolor corporal y escalofríos. La transmisión directa cerdo-humano, sin embargo, es muy rara y solo se conocen unos 50 casos desde el primer estudio, publicado en 1958. Esta dolencia está causada por una de las muchas variantes endémicas del cerdo del virus de las gripes C o A, un RNA-virus. Ésta última cepa, el virus de la gripe A, posee un genoma formado por una sola cadena de RNA dividida en 8 fragmentos que varían configurando una multitud de subtipos, concretamente los H1N1, H1N2, H3N1, H3N2, y H2N3.

Aunque los síntomas del reciente brote de "gripe porcina" sean muy similares a los habituales, no se trata de una de las cepas conocidas, sino de una variante del H1N1 nunca descrita hasta ahora, ni siquiera en los casos anteriores en humanos (las epidemias de 1918, 1976 y 1988). La nueva cepa no sólo se transmite con facilidad de persona a persona sino que, además, produce con mayor frecuencia dos síntomas inusuales: diarrea y vómitos.

Si uno es creacionista y piensa que el Darwinismo es una falsedad impuesta por una conspiración internacional de científicos manipuladores, o bien si, con algo más de moderación, es partidario del Diseño Inteligente y considera que la evolución no puede añadir a un organismo información nueva y adaptativa, entonces puede estar tranquilo: la gripe porcina es una campaña publicitaria y no existe una nueva variante del H1N1. Los demás ciudadanos haremos bien en preocuparnos y, además, podremos aprovechar para aprender algo. El nuevo brote de gripe A es una muestra de evolución en acción.

Para que se dé evolución por selección natural, las poblaciones que la experimentan deben disponer de variación genética heredable que afecte su éxito reproductivo. Los tres requisitos se dan sobradamente en los virus, puesto que estos presentan gran cantidad de variabilidad genética que afecta su capacidad de transmisión y su virulencia. Por añadidura, además de poder sufrir mutaciones en sus genomas, cuando dos o más variantes de un virus coinfectan una misma célula, pueden surgir nuevas variantes a partir de la

mezcla (o recombinación) de los distintos segmentos de los genomas originales. Variantes que, como es lógico, también están sometidas al proceso selectivo descrito por Darwin hace 150 años.

El secreto del éxito de un virus es un equilibrio entre virulencia y transmisión: de vez en cuando se dan algunos casos extremos de virus letales, como el ébola, pero no suelen transmitirse con eficacia ya que matan al principal agente transmisor: el organismo al que han enfermado. De este modo, los virus que presentan variantes genéticas que les permiten transmitirse con mayor facilidad a base de hacer estornudar o toser a sus hospedadores (síntomas estos menos agudos que una hemorragia mortal) se hacen más y más frecuentes. Sus hospedadores, por otra parte, no permanecen inactivos, sino que se adaptan como pueden para resistir a las nuevas variantes de los virus. Se trata de una carrera de armamentos sin fin, que se da muy frecuentemente en la naturaleza, en que cada una de las partes evoluciona para adaptarse a los cambios adaptativos que presenta la otra parte. Los virus mutan muy rápidamente, de modo que los organismos más complejos hemos sido dotados por la evolución de sistemas inmunitarios que nos permiten desarrollar inmunidades y resistir a los virus sin necesidad de esperar cientos o miles de generaciones a la aparición de variantes genéticas que nos confieran resistencia.

La especial capacidad mutagénica de los virus de la gripe es conocida, de ahí que cada año deban distribuirse vacunas adecuadas a las características de las nuevas cepas. El caso que nos ocupa, con todo, es inhabitual. No sólo porque aun no existían vacunas específicas contra la gripe porcina cuando se diagnosticaron los primeros casos (el CDC, el Centro de Control de Enfermedades de los USA ya ha creado una, que debería estar disponible en julio de 2009) sino porque la variante actual, aun siendo en general leve, resulta en algunos casos especialmente virulenta y porque se transmite con gran facilidad. Tanto es así que la OMS ha oficializado que estamos ante una Pandemia, elevado el nivel de alerta hasta el máximo posible (nivel de alerta 6). Los orígenes de la alta capacidad de transmisión de la nueva cepa se hallan en el hecho de que trata de una recombinación de diversas variantes de virus. Según parece, el genoma del nuevo H1N1 es el resultado de la recombinación de los genomas de dos variantes del virus presentes



en los cerdos (estudios iniciales sugerían que la recombinación había tenido lugar entre variantes porcinas y humanas) y contiene genes de diversos orígenes que nunca se habían presentado juntos. En concreto, el análisis evolutivo realizado por el personal del CDC permite relacionar seis de los ocho segmentos del virus con virus porcinos previamente descritos en Norteamérica y otros dos con virus originarios de Europa y Asia.

Aunque los primeros casos se identificaran en Méjico y los USA y aunque el estudio evolutivo avanza rápidamente, los orígenes del nuevo virus no están todavía claros. Tampoco está claro cual será la gravedad de la pandemia. Por el momento las víctimas mortales de la gripe porcina no llegan a las 200 personas, una

pequeñísima fracción de la enorme mortalidad que causa cada año la gripe corriente. Lo que sí está claro es que este virus nos ha proporcionado un hermoso ejemplo de cómo en la naturaleza pueden evolucionar nuevas variantes genéticas beneficiosas, en este caso añadiéndose información a un organismo mediante la recombinación. Información que le resulta adaptativa porque le permite “colonizar y explotar nuevos territorios”, o sea infectar nuevos hospedadores. En general, el efecto de la selección natural sobre los patógenos resulta, por supuesto, en beneficios para éstos y no para el sufrido hospedador. Sin embargo en esta ocasión, y como decíamos antes, algunos de los hospedadores podremos, entre estornudo y estornudo, beneficiarnos de una lección práctica de biología evolutiva.

RITA LEVI-MONTALCINI, PREMIO NOBEL DE FISIOLÓGÍA O MEDICINA EN 1986, CUMPLE 100 AÑOS

Rita Levi-Montalcini pertenece a esa generación de investigadores europeos de la posguerra que se vieron obligados a realizar su carrera investigadora en Estados Unidos, concretamente en el grupo del Profesor Víctor Hamburger, y al igual que Severo Ochoa, los descubrimientos científicos que la hicieron partícipe del premio Nobel en Fisiología o Medicina en el año 1986 fueron posibles gracias a los medios científicos puestos por ese país.

La apodada “dama de la neurona”, Rita Levi-Montalcini, es también una de esas investigadoras con una enorme vocación en la que su vida personal ha sido secundaria a la dedicación científica y que primero trabajó en su país, con escasos medios, al estilo de un Santiago Ramón y Cajal a la italiana.

Sólo con lo antes mencionado se la puede considerar ya una persona excepcional, y más como mujer que nació a principios del siglo XX y se buscó los medios para hacer ciencia en la Italia de Mussolini y con una guerra mundial de por medio. Pero incluso aún más excepcional es que pueda celebrar su centenario cumpleaños en este 2009 y absolutamente extraordinario que lo haga conservando su lucidez mental. Pero aún hay más espacio para el asombro, ya que precisamente el Premio Nobel a Rita Levi-Montalcini se le otorgó por su descubrimiento de una sustancia o factor de crecimiento nervioso (NGF del inglés “nerve growth factor”) esencial para el correcto funcionamiento de éste y en especial de las neuronas y por tanto del cerebro.

Hace casi un cuarto de siglo que se le concedió el Nobel y casi medio de su descubrimiento y somos legión los investigadores que hemos intentado aplicar su descubrimiento al tratamiento de las enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad de Alzheimer



o de Parkinson, la reparación de lesiones medulares o la isquemia cerebral. Sin embargo, y a pesar de los esperanzadores resultados obtenidos en ensayos en animales e incluso en algún ensayo clínico, aún no hemos conseguido un tratamiento efectivo para ninguno de estos trastornos basado en su descubrimiento. Ello me hace pensar en las enormes esperanzas puestas hoy en día en otro tipo de terapias “reparadoras” basadas en el uso de células madre y cuanto tiempo deberá transcurrir hasta que se apliquen de manera generalizada. Muy probablemente no todos tengamos la oportunidad de vivir 100 años y pensar como ella. No obstante, siempre nos queda la esperanza de que antes podamos aplicar descubrimientos como los de la Dra. Levi-Montalcini. Esta es la esperanza que nos puede dar la investigación en neurociencias. Todo ello nos hace preguntarnos si su lúcido centenario es sólo una casualidad o si Rita Levi-Montalcini ya ha descubierto el secreto de la eterna juventud cerebral. En sus palabras lo que si ha descubierto es el secreto de la inmortalidad: “*Sólo el cuerpo fallece ..., nuestro mensaje, nuestras acciones y pensamientos son lo que queda de cada uno de nosotros. Estoy convencida de dejar buenas acciones, buenos pensamientos*”.

Rafael Rodríguez Puertas

*Investigador en Neuroquímica y Neurodegeneración
Socio de la AACTE*



Darwinius masillae O LAS AMISTADES PELIGROSAS

[A.N.] ¿Qué sucede si uno combina un fósil mediocre, unos científicos con ínfulas de estrellas mediáticas, la habitual ignorancia científica de los medios de comunicación, la internet, a Sir David Attenborough, el año Darwin, la BBC, el History Channel y la portada del New York Times? Pues que se demuestra, y no por primera vez, que la ciencia y la publicidad son amistades peligrosas.

La presentación en sociedad del fósil de 47 millones de años del primate *Darwinius masillae*, un primitivo miembro del extinto grupo de los Adapiformes, ha ido acompañada de los habituales errores y exageraciones. Hemos tenido que soportar frases como “es un lémur fósil” que “podría probar la teoría de la evolución de Darwin” ya que es “el eslabón perdido de la evolución”, talmente la “octava maravilla del mundo”, comparable en importancia a la “Mona Lisa”; y que “para el mundo de la paleontología es como si un asteroide hubiera chocado con la Tierra”. Pero esta vez estas sandeces no son sólo cosecha de los periodistas, sino de los propios científicos.

La publicación del hallazgo en *PlosOne* se comple-

mentó con una rueda de prensa en que los autores vertieron algunos de los despropósitos que acabamos de mencionar. De hecho, se ha prestado menor atención al propio trabajo científico que a la ceremonia, el documental exclusivo de la BBC narrado por David Attenborough, el sitio web interactivo y el libro. Se trata, en resumen, de una campaña publicitaria perfectamente acorde con los tiempos, que incluyó incluso una adaptación del logo de Google. Como declaró el director del trabajo de *PlosOne* y promotor del evento, Jorn H. Hurum, “Todas los grupos de música pop lo hacen. Los atletas lo hacen. Tenemos que empezar a pensar de este modo en el mundo de la ciencia”.

Si el modo de pensar que Hurum propone que adoptemos es exagerar hasta adentrarnos plenamente en la falsedad, los únicos que obtendrán algún provecho serán los creacionistas y demás anticientíficos, que, esta vez con razón, podrán acusar a los investigadores de manipular a la población con mentiras sobre el registro fósil. Hurum y su equipo le han hecho un flaco favor a Darwin en su aniversario.

DESCUBIERTO EL OBJETO MÁS LEJANO DEL UNIVERSO

[A.F.S.] El día 23 de abril de 2009, poco antes de las diez de la mañana (hora peninsular española) un relámpago de rayos gamma fue detectado por los satélites Swift y Fermi, en órbita alrededor de la Tierra. Utilizando datos tomados también por sus detectores de rayos X, fueron capaces de localizar la procedencia de la fuente en un pequeño sector de la constelación de Leo. El objeto adquirió la denominación GRB090423, basada en su naturaleza (Gamma Ray Burst, Brote de Rayos Gamma) y la fecha de su detección. Los GRBs son explosiones asociadas a muertes o colisiones de objetos estelares, y se observan en posiciones aleatorias del cielo, a un ritmo de varios por semana.

Los primeros telescopios en tierra que dirigieron su mirada a esa zona del espacio no detectaron nada, hasta que las primeras imágenes infrarrojas tomadas desde Hawaii mostraron una fuente brillante en la banda K del espectro. Ésta es una característica de los objetos potencialmente lejanos, así que los telescopios situados en Europa y Chile (donde era ya de día en ese momento) afinaron sus instrumentos para estudiar la fuente en detalle apenas anocheciera.



El primer espectro que se pudo tomar, con el Telescopio Nazionale Galileo (telescopio italiano situado en la isla de La Palma) mostró sin lugar a duda que la explosión había ocurrido a un valor de corrimiento al rojo $z=8.1$. Este resultado, confirmado posteriormente por el telescopio europeo VLT (situado en La Silla, Chile), pone a GRB090423 en el límite del Universo. Explotó cuando el universo tenía aproximadamente 600 millones de años (a comparar con su edad actual de 13700 millones), y la luz que produjo ha viajado por el espacio durante más del 95% de la edad del Universo hasta llegar a nosotros.

Desde el punto de vista físico podemos afirmar que GRB090423 no es muy diferente de otras explosiones similares observadas a menor distancia, lo cual es de por sí un resultado interesante. Implica que el medio ambiente en el que la estrella progenitora fue creada y explotó hubo de ser similar al actual, lo que necesariamente conlleva que la formación estelar debió ser muy activa ya en las épocas más tempranas de la evolución del Cosmos.

Por desgracia, y como ocurre siempre con estos objetos, GRB090423 nos ha dejado para siempre. Al cabo de dos días, ni siquiera los más grandes telescopios detectaron ya ninguna luz proveniente del resto de la explosión ni de la galaxia que, supuestamente, la albergó.



NUEVO CATALIZADOR PARA SÍNTESIS DE AGUA OXIGENADA

[A.M.A.] El peróxido de hidrógeno o agua oxigenada (H_2O_2), es un líquido incoloro a temperatura ambiente y relativamente inestable ya que se descompone rápidamente a oxígeno y agua con liberación de calor. Aunque no es inflamable, es un potente agente oxidante que puede causar combustión espontánea cuando entra en contacto con materia orgánica o algunos metales. Se encuentra en bajas concentraciones (3-9%) en muchos productos domésticos para usos medicinales y como blanqueador de vestimentas y el cabello. En la industria, el peróxido de hidrógeno se usa en concentraciones más altas para blanquear telas y pasta de papel, como componente de combustibles para cohetes y para fabricar espuma de caucho y sustancias químicas orgánicas. También se utiliza en investigación para medir la actividad de algunas enzimas y, en general, como reactivo de oxidación. En el proceso actualmente empleado para su producción, basado en la hidrogenación y oxidación secuencial de una antraquinona (que permite mantener separados al H_2 y el O_2 para evitar atmósferas explosivas) se consume una gran cantidad de energía. Además, por razones económicas, este proceso indirecto genera H_2O_2 concentrado, lo que resulta peligroso para su almacenamiento y transporte (recientemente se produjo una explosión de un camión que transportaba agua oxigenada en el Reino Unido), mientras que la mayoría de sus aplicaciones requieren H_2O_2 diluido. Por estos motivos, los químicos llevan mucho tiempo buscando un método más ecológico y simple de producir H_2O_2 . En este sentido, se está investigando su síntesis directa a partir de H_2 y O_2 y los catalizadores de paladio soportado han mostrado características prome-

tedoras para el proceso. Sin embargo, la termodinámica de dicha reacción es muy favorable hacia la producción de H_2O , siendo el problema clave la estabilización del intermedio H_2O_2 frente a su descomposición o hidrogenación hacia H_2O . De hecho, todos los catalizadores investigados hasta la fecha son igualmente efectivos para la síntesis de H_2O_2 y para su descomposición o hidrogenación hacia agua, siendo necesario añadir ácidos o haluros al sistema para conseguir estabilizar pequeñas cantidades de H_2O_2 . Hasta el momento, la mejor selectividad para la síntesis de H_2O_2 mediante este proceso directo empleando catalizadores de paladio está en $\approx 80\%$. Un reciente trabajo del equipo dirigido por el Prof. Hutchings (de la Universidad de Cardiff, UK) en colaboración con otros investigadores del National Institute of Standards and Technology y la Lehigh University (EE. UU.) muestra que se puede superar dicha selectividad empleando catalizadores basados en aleaciones de paladio y oro soportados sobre un soporte de carbono lavado previamente con ácido nítrico¹. Los factores principales que se apuntan como beneficiosos para el proceso están relacionados, por un lado, con la modificación de las propiedades electrónicas del paladio mediante su aleación con oro y, por otro, con el hecho de que el pretratamiento ácido del soporte permitiría reducir el tamaño medio de las nanopartículas de la aleación a entre 2 y 25 nanómetros, dentro de una distribución aparentemente bimodal. Por otro lado, se estima que la técnica podría servir para facilitar la producción de H_2O_2 a niveles de concentración del 3-8 %, requeridos en la mayoría de aplicaciones químicas.

BATERÍA DE LITIO CON VIRUS MODIFICADOS

[A.M.A.] Una de las líneas de investigación de relevancia en el campo de las baterías de litio, dispositivos electroquímicos para almacenamiento y producción de energía eléctrica que utilizan una sal de litio como electrolito y que se usan en pequeños dispositivos portátiles (teléfonos móviles, por ejemplo) o coches híbridos, está relacionada con la mejora de las propiedades de transporte de iones litio y electrones en los electrodos de la pila que, a su vez, permitiría mejorar el almacenamiento de energía en condiciones de alto rendimiento de carga y descarga. Las investigaciones en este sentido están básicamente relacionadas con el control de su composición y propiedades químico-físicas a nivel nanoestructural, en particular a nivel del cátodo basado en fosfatos metálicos. Este tipo de cátodo se considera interesante por su baja toxicidad y coste, además de la mejora que supone su uso a

nivel de seguridad, dada su buena estabilidad química, térmica y estructural. Sin embargo, su utilización práctica viene limitada por aspectos cinéticos que dan lugar a una velocidad de carga/descarga relativamente baja y pérdida de capacidad con el tiempo, siendo el carácter aislante de algunos de los fosfatos de interés uno de sus principales inconvenientes en este sentido. El equipo de Yun Jung Lee (del MIT, EE. UU.) propone el uso de virus como soporte estructural de los electrodos de este tipo de baterías, al objeto de mejorar sus propiedades de conductividad mediante la formación de cables de tamaño nanoscópico. Hace unos años, incorporaron dichos virus a la estructura de los ánodos permitiendo la generación de nanocables tras su recubrimiento con óxido de cobalto y oro. En el presente trabajo, recientemente publicado en *Science*², se aborda el problema de la construcción de nanoca-

¹ Jennifer K. Edwards, *et al.* (2009). Switching off hydrogen peroxide hydrogenation in the direct synthesis process. *Science* 323, 1037.



bles para el cátodo, más complejo debido al mencionado carácter aislante de los fosfatos metálicos. Para conseguir este objetivo, los investigadores han fabricado un virus modificado genéticamente que se recubre de fosfato de hierro y se engancha a nanotubos de carbono, creando una red de material altamente conductor. La manipulación genética permite la presencia de grupos peptídicos que se fijan específicamente a los nanotubos de carbono, así como la presencia de otros péptidos capaces de nuclear simultáneamente las partículas amorfas de fosfato de hierro, lo que per-

mite a su vez potenciar las propiedades conductoras del cátodo hasta niveles comparables a los obtenidos con fosfato de hierro y litio cristalino. Los ensayos han mostrado que las pilas con ese tipo de cátodos pueden cargarse y descargarse al menos cien veces sin degradarse. Aunque reconocen que el número de ciclos de carga/descarga es menor que el requerido en los ensayos para baterías convencionales, confían en que esta investigación básica abra el camino que permita la implantación comercial final de este tipo de dispositivos con propiedades mejoradas.

NUEVOS SISTEMAS PARA RUPTURA FOTOASISTIDA DE LA MOLÉCULA DE AGUA

[A.M.A.] El diseño de sistemas catalíticos eficientes para la conversión de agua en $H_2 + O_2$, empleando la luz solar como fuente de energía para cerrar el correspondiente balance energético, es uno de los retos más importantes en la actualidad, teniendo en cuenta las propuestas del uso de hidrógeno como uno de los combustibles de mayor potencial en términos de sostenibilidad medioambiental. Una reciente contribución de investigadores del Weizmann Institute of Science en Israel aborda este problema mediante el empleo de complejos organometálicos de rutenio³. La estrategia empleada está basada en un proceso en dos pasos: el primero, térmico, en el que se produce H_2 ; el segundo, asistido mediante irradiación con luz en el rango visible-ultravio-

leta cercano, en el que se produce la evolución de O_2 . La reacción inicial del agua con el complejo desaromatizado de rutenio a 25 °C genera un complejo hidruro-hidroxo de Ru (II) que da lugar a la formación de H_2 tras reaccionar con agua a 100 °C. El complejo resultante es a su vez capaz de producir O_2 mediante irradiación con luz en el rango de 320 a 420 nm regenerando así el complejo hidruro-hidroxo inicial y cerrando el correspondiente ciclo de reacciones. Por otro lado, experimentos paralelos empleando agua marcada isotópicamente en el oxígeno permiten proponer un proceso intramolecular para la formación del enlace oxígeno-oxígeno, que normalmente constituye uno de los pasos limitantes del proceso global, durante el paso fotoasistido.

ALMACENAMIENTO GEOLÓGICO DE CO_2

[A.M.A.] La captura y almacenamiento geológico de dióxido de carbono es una de las alternativas tecnológicas propuestas para disminuir su concentración en la atmósfera y atenuar el calentamiento global. Sin embargo, dicha tecnología presenta incertidumbres en términos de seguridad en cuanto a la estabilidad en el tiempo de dichos almacenes. En este sentido, es necesario determinar las propiedades físico-químicas de dichos depósitos. En principio, se estima que el CO_2 inyectado podría quedar disuelto en solución (atrapamiento por solubilidad) o precipitar en forma de carbonato mineral (atrapamiento mineral). Un reciente estudio dirigido por Stuart M. V. Gilfillan de la Universidad de Edimburgo (Escocia, R.U.) ha analizado las características del CO_2 inyectado en nueve yacimientos de gas natural en Norteamérica, China y Europa⁴. El estudio, basado fundamentalmente en el análisis de isótopos de gases nobles y CO_2 (que permite estimar

el origen del CO_2), muestra que en la mayor parte de los casos, con litologías dominadas por siliciclastos y carbonatos, el CO_2 aparece disuelto en agua a un pH entre 5.0 y 5.8. Sólo en dos de los yacimientos, con litología siliciclástica, se estima que un máximo del 18 % podría haber precipitado en forma de carbonato. Es decir, el estudio demuestra que las aguas subterráneas son el principal sumidero de CO_2 en los yacimientos estudiados, y se estima que ha sido así, y de manera segura, durante millones de años. Hay que tener en cuenta que muchos expertos consideran que sería más estable la captura subterránea de carbono mediante su fijación en minerales carbonatados. Sin embargo, el trabajo de Gilfillan y colaboradores constata que el proceso de mineralización desempeña un papel menor en la fijación natural del dióxido de carbono, mientras que el almacenamiento soluble es el que permite retirar la mayor parte de ese compuesto.

² Yun Jung Lee, *et al.* (2009). Fabricating genetically engineered high-power lithium-ion batteries using multiple virus genes. *Science* 324, 1051.

³ Stephan W. Kohl, *et al.* (2009). Evolution from water promoted by a metal complex consecutive thermal H_2 and light-induced O_2 . *Science* 324, 74.



PRODUCCIÓN FOTOCATALÍTICA DE COMBUSTIBLE HIDROCARBONADO A PARTIR DE CO₂ Y AGUA

[A.M.A.] Un equipo de investigadores de la Penn State University (EE. UU.) ha sintetizado un fotocatalizador capaz de conseguir rendimientos apreciablemente superiores a los alcanzados hasta la fecha en la conversión de CO₂ y H₂O con luz solar a metano y otros hidrocarburos⁵. El catalizador consiste en nanotubos de titania dopada con nitrógeno sobre los que se ha depositado mediante sputtering una capa ultrafina de platino o cobre, que actúan como co-catalizador que a su vez permite mejorar la absorción de luz visible. Al

colocar el sistema en una cámara de acero inoxidable que contiene los reactivos y exponerla a luz solar, se observó una producción de 160 ml de metano por hora y gramo de catalizador, producción que supera en veinte veces a la obtenida hasta el momento empleando luz ultravioleta en equipos de laboratorio. Se estima que la optimización del proceso podría aumentar su rendimiento en órdenes de magnitud y hacerlo factible económicamente, en particular asociado a plantas de producción de electricidad y captura de CO₂.

ELSEVIER: EL VERGONZOSO CASO DE LAS FALSAS REVISTAS CIENTÍFICAS

[M.A.C.] Elsevier, líder mundial en el suculento mercado de las publicaciones científicas, edita más de 2000 revistas y 1900 nuevos libros al año, y es conocida también por sus agresivas tácticas comerciales. No parece que funcione mal el negocio, con unos ingresos para el grupo Reed Elsevier de 6721 M€ en 2008 y la mayor subida en dividendos de la década⁶. Sin embargo, parece que los beneficios nunca son suficientes porque, según se ha desvelado recientemente⁷, entre esa multitud de publicaciones su oficina australiana publicó durante el período 2000-2005 seis falsas revistas científicas, pagadas por compañías farmacéuticas (como la sucursal australiana de Merck, MSDA) sin advertir de este hecho y manteniendo una apariencia de revistas "peer-reviewed" a lo que era una mera selección interesada de artículos ya publicados y reviews de dudosa entidad.

Obviamente, parece que el objetivo era la promoción de determinados fármacos entre médicos, haciendo pasar las revistas como genuinamente científicas, una estrategia de marketing a la que Elsevier accedió a cambio de cantidades que no se han hecho públicas. Entre las supuestas revistas está el Australasian Journal of Bone and Joint Medicine, que contenía en realidad artículos previamente publicados con resultados

favorables para algunos de los fármacos de la compañía Merck (como Vioxx y Fosamax) y reviews tan extraños que aportaban sólo una o dos referencias. La compañía Elsevier ha reconocido el hecho, aunque lo considera una práctica aislada de un período del pasado, afirmando que la integridad de sus revistas y de sus prácticas de negocio continua intacta⁸.

Este caso ha salido a la luz a raíz de una demanda contra Merck y MSDA interpuesta por un particular que acusa al analgésico y antiinflamatorio Vioxx de haberle provocado un ataque al corazón. Según sus abogados, la compañía Merck además de pagar alguna de las falsas revistas de Elsevier reclutó a científicos independientes para que firmaran como propios artículos de investigación realizados por la compañía acerca de la seguridad de este fármaco⁹. Además, recientemente se ha conocido un fraude relativo a 21 artículos científicos sobre el tratamiento analgésico para pacientes de ortopedia quirúrgica con Vioxx y Celebrex (este último medicamento de Pfizer, compañía que adjudicó cinco proyectos de investigación al responsable de esas investigaciones, S. Reuben)¹⁰. Merck retiró Vioxx del mercado en 2004 por sus posibles efectos adversos (aumento de riesgos vasculares en tratamientos prolongados).

⁴ Stuart M. V. Gilfillan, *et al.* (2009). Solubility trapping in formation water as dominant CO₂ sink in natural gas field. *Nature* 458, 614.

⁵ Oomman K. Varghese, *et al.* (2009). High-rate solar photocatalytic conversion of CO₂ and water vapor to hydrocarbon fuels. *Nano Letters* 9,7 731.

⁶ <http://www.reedelsevier.com/mediacentre/pressreleases/2009/Documents/Reed%20Elsevier%202008%20Preliminary%20Announcement%2018%20February%202009%20FINAL.pdf>

⁷ <http://www.the-scientist.com/blog/display/55679/>

⁸ http://www.elsevier.com/wps/find/authored_newsitem.cws_home/companynews05_01203

⁹ <http://www.theaustralian.news.com.au/story/0,25197,25311725-5013871,00.html>

¹⁰ <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=a-medical-madoff-anesthesiologist-faked-data>



INFORMES COSCE SOBRE LOS PRESUPUESTOS GENERALES DEL ESTADO Y EL BORRADOR DEL ANTEPROYECTO DE LEY DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

[M.A.C.] La Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE)¹¹, uno de cuyos objetivos es conformar una plataforma poderosa que promueva la importancia de la investigación y la educación científica tanto ante la opinión pública como ante el gobierno¹², presentó el pasado 7 de Mayo dos informes en los que se analizan los Presupuestos Generales del Estado 2009 (PGE 2009) y el borrador del Anteproyecto de Ley de Ciencia y Tecnología (ALCyT), respectivamente.

Respecto a los PGE 2009, la COSCE ratifica lo que es de todos conocido: el gasto en I+D+i se estanca, en abierta contradicción con el vigente VI Plan Nacional 2008-2011, que establecía un incremento del 16% anual. Sin embargo, el descenso afecta más a la "investigación militar" (-12,1%) que a la civil (+5,6%), aunque hay que destacar que la mayor parte de los 235 M€ de aumento en el capítulo Política de Gasto 46 (anteriormente denominada Función 54 o Función 56, que agrupa los recursos destinados a financiar las actividades de I+D+i) corresponde a las previsiones de ingresos del CSIC por proyectos y contratos de investigación (209 M€, que hasta ahora no se computaban aquí), con lo que hay en realidad un retroceso neto en este capítulo. La disminución del gasto en convocatorias públicas de ayudas (-17.1%) tiene un reparto desigual, ya que crece la línea de proyectos (+11%) y bajan las de recursos humanos (-5%) y, espectacularmente, infraestructuras (-65,4%). Además, por segundo año consecutivo crecen las operaciones financieras (anticipos reembolsables, +5.7%) y disminuyen las subvenciones (-1.5%). Dado que este informe ha venido precedido por dos "ajustes presupuestarios" particularmente duros para el Ministerio de Ciencia e Innovación¹³, la situación real es probablemente peor que la analizada.

Respecto al informe sobre el ALCyT, aunque considera que el borrador tiene aspectos positivos, en otros la crítica es demoledora: "esta ley es una oportunidad perdida para asentar y fomentar la investigación en la universidad, coordinar la investigación entre OPI y universidades y crear una carrera investigadora válida para todos los estamentos implicados" y "no sólo no remedia sino que agrava la situación que vive la investigación científica en España en cuanto a los recursos humanos". Incluso, en ocasiones, el ALCyT es excesivamente reglamentista, por ejemplo al regularizar la temporalidad de cada tipo de contrato del personal investigador. En opinión de los redactores del informe, habría que dotar de autonomía a los centros de investigación para contratar a su personal, a cambio de una mayor exigencia en la rendición de cuentas.

Respecto a la gobernanza del sistema, proponen la creación de un Consejo Científico, de perfil eminentemente investigador, como órgano asesor del previsto Consejo de Política Científica y Tecnológica (CPCyT), de manera que se suavicen las componentes partidistas y políticas y se promueva una evaluación independiente de las políticas científicas. El CPCyT debería tener el control del Sistema de Información sobre la Ciencia y la Tecnología y de la Agencia Evaluadora de la Actividad Investigadora y la capacidad para establecer redes de cooperación entre Administraciones.

Además, el anteproyecto debería plantear que se establezcan objetivos de financiación para evitar "altibajos como los que se dan en el presente". Los redactores son partidarios de promover la financiación privada no mediante subvenciones sino sólo mediante desgravaciones fiscales que impliquen un mecanismo sencillo a cambio de aceptar la posibilidad de auditorías por parte de Hacienda.

CRÍTICAS AL BORRADOR DE ANTEPROYECTO DE LEY DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

[M.A.C.] Además de las contenidas en el informe de la COSCE que se comenta en otra noticia, el borrador de ALCyT ha recibido serias críticas desde otros colectivos. Desde la Federación de Jóvenes Investigadores-Precarios se ha criticado duramente el diseño de Carrera Investigadora, particularmente el incumplimiento de la Carta Europea del Investigador, al situar

el inicio de la carrera 3 años después de la obtención del título de Doctor, así como la excesiva duración de las etapas iniciales bajo contratos en prácticas y las excepciones a la Ley Caldera que se contemplan¹⁴. La FEDIT, Federación Española de Centros Tecnológicos, considera que se trata de una ley hecha por y para el sector público, con escasas medidas para

¹¹ <http://www.cosce.org/>

¹² J.J. Guinovart (2009). Mind the gap: bringing scientists and society together. *Cell*, 137, 793-795, 2009.

¹³ El País, 15/5/2009.

¹⁴ http://www.precarios.org/tiki-read_article.php?articleId=150



incentivar la participación privada y la transferencia de conocimiento desde organismos de investigación privados, con poca definición de mecanismos de control y de evaluación de programas, indefinición de competencias del Estado que permitan articular sus políticas con las de las Comunidades Autónomas, y casi nula

atención al papel de los centros tecnológicos en el sistema¹⁵. Los sindicatos CCOO¹⁶ y UGT¹⁷ han manifestado también sus discrepancias tanto en temas de personal como en la orientación general, que califican de desreguladora del sistema público y neoliberal mercantilista, respectivamente.

REMODELACIÓN MINISTERIAL

[M.A.C.] Sin haber cumplido un año, el Ministerio de Ciencia e Innovación ha perdido las competencias en Universidades, que vuelven al Ministerio de Educación¹⁸. Sin embargo, el MICINN conserva las competencias respecto al Plan Nacional de I+D, cuya gestión deja de estar adscrita a la Secretaría de Estado de Universidades y pasa a la de Investigación a través de la Dirección General de Investigación y Gestión del Plan Nacional de I+D+i. También conserva el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, a través de la Secretaría General de Innovación, aunque sin competencias ni fondos respecto de la investigación aeroes-

pacial, que Industria consiguió conservar. Según el diario El País, las razones del cambio están en la incapacidad de la ministra Garmendia para gestionar la política de universidades¹⁹. Además de perder Universidades, el MICINN ha sido uno de los ministerios más afectados por los reajustes presupuestarios, perdiendo 289 M€ destinados a proyectos de cooperación con diferentes comunidades autónomas y también para empresas²⁰. El nuevo ministro de Educación, Angel Gabilondo, era hasta ahora rector de la Universidad Autónoma de Madrid y Presidente de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas.

AUMENTA EL DÉFICIT TECNOLÓGICO ESPAÑOL

[M.A.C.] El Instituto Nacional de Estadística publicó el pasado 28 de Abril los resultados provisionales del sector español de alta tecnología correspondientes a 2007²¹. A pesar del incremento respecto al año anterior tanto en facturación (7.1%) como en gasto en I+D (5.6%), los resultados de comercio exterior muestran una tendencia preocupante. Las exportaciones de

productos de alta tecnología descendieron un 4.3% y las importaciones aumentaron un 6.8%. El saldo comercial neto es negativo (-19574 M€) y se incrementa de año en año, lo que se achaca²² a una baja competitividad y al bajo nivel español de inversión en I+D (1.27% del PIB en 2007²¹, muy por debajo de la media europea).

¹⁵ <http://www.fedit.es/archivos/PosicionamientoFedit/Informe%20sobre%20la%20Ley%20de%20la%20Ciencia.pdf>

¹⁶ Comentarios y Propuestas de CCOO al Anteproyecto de Ley de la Ciencia y la Tecnología, 24/03/09

¹⁷ <http://www.fspugt.es/index.php/mod.noticias/mem.detalle/idnoticia.8076/idimagen./relcategoria.1029>

¹⁸ RD 542/2009 de 7 de Abril (BOE 85, 7/4/09) y RD 640/2009 de 17 de Abril (BOE 97, 21/4/09)

¹⁹ El País, 8/4/09

²⁰ El País, 15/5/09

²¹ <http://www.ine.es/prensa/np548.pdf>

²² <http://economy.blogs.ie.edu/archives/2009/04/el-desastre-tecnologico-espanol.php>

²³ <http://www.ine.es/prensa/>

¿Sabes de alguna noticia importante en tu área de conocimiento?

Si quieres divulgar la noticia, esta es tu sección.

Puedes escribir personalmente la noticia o enviar una nota breve sobre ella al Redactor-Jefe de la sección, Miguel Cambor (macambor@icmm.csic.es), indicando cual es su importancia.

Aparecerá publicada en el siguiente número de *Apuntes*

ARTÍCULOS

ENSEÑAR LA TEORÍA EVOLUTIVA Y REFUTAR EL DISEÑO INTELIGENTE: PROBLEMÁTICA INTERDISCIPLINAR Y ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS

Vicente Claramonte Sanz¹

Departamento de Lógica y Filosofía de la Ciencia, Universitat de València

Resumen: El presente artículo aporta elementos de juicio y evidencias que demuestran el carácter religioso y no científico del diseño inteligente, cuya problemática considera básicamente interdisciplinaria y no sólo científica. El autor propone algunas estrategias pedagógicas para facilitar la enseñanza de la teoría evolutiva, presentando diversos recursos textuales, gráficos, audiovisuales y virtuales destinados a mejorarla. Y también apuesta por nuevas perspectivas en el uso docente del laboratorio, así como por un profesor con perfil investigador, no limitado a la mera transmisión del conocimiento científico.

Palabras clave: diseño inteligente, anti-Darwinismo, pedagogía evolucionista, ciencia y religión, evolucionismo y creacionismo.

Title: *Teaching evolutionary theory and refuting intelligent design: interdisciplinary problems and pedagogic strategies.*

Abstract: *This article shows matters of judgement and evidence about religious and no-scientific nature of intelligent design, which problems are considered mainly interdisciplinary and not only scientific. The author proposes some pedagogic strategies to make easier teaching evolutionary theory, presenting many textual, graphic, audiovisual and virtual resources in order to improve it. Furthermore, suggests a new view about using laboratory pedagogically, and also about a professor skilled with a researching feature, not restricted to the mere transmission of scientific knowledge*

Keywords: *intelligent design, anti-Darwinism, evolutionist pedagogy, science and religion, evolutionism and creationism*

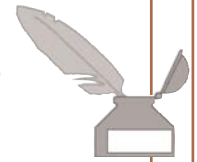
I. EL NUEVO ANTIDARWINISMO Y EL CARÁCTER INTERDISCIPLINAR DE SU CONTROVERSIDAD

«Si contemplamos la ciencia materialista dominante como un gran árbol, nuestra estrategia consiste en desempeñar la función de una “cuña”, [...] que ha sido denominada teoría del diseño inteligente. La teoría del diseño inteligente promete aminorar el sofocante dominio de la cosmovisión [científico-] materialista, y sustituirlo por una ciencia acorde con las creencias cristianas y teísticas.»

Cita extraída del Documento *Wedge*, un manifiesto elaborado en 1999 por el Instituto *Discovery* que contiene el ideario con la doctrina básica del llamado “movimiento para el diseño inteligente” [1]. El fragmen-

to ilustra el sesgo proselitista del manifiesto, al explicitar la finalidad ideológica del diseño inteligente como discurso articulado para sustituir el paradigma científico “materialista” actual, por otra ciencia afín a la cosmovisión del protestantismo evangélico ultraortodoxo. Como declaran sus artífices, el diseño inteligente pretende erigirse en cuña —en inglés “*wedge*”— destinada a talar el árbol de la ciencia, finalidad esta de índole política y no científica. Por tanto, el diseño inteligente se manifiesta como un discurso ideológico presentado como ciencia, y elaborado por el fundamentalismo cristiano para promover un cambio sociopolítico, que empezaría sustituyendo la ciencia actual por ciencia teísta y terminaría sustituyendo la democracia por teo-

¹ Vicente Claramonte Sanz es licenciado en Derecho y Filosofía, e investigador contratado por la Universitat de València adscrito al Departamento de Lógica y Filosofía de la Ciencia. Actualmente culmina una tesis doctoral sobre Filosofía de la Biología, orientada a investigar la aptitud o ineptitud del diseño inteligente como teoría científica.



cracia. La industria del diseño inteligente, impulsada por el Instituto *Discovery* como la “nueva gran idea” en ciencia, es religión en realidad [2]. Por ello, contextualizar la controversia provocada intencionalmente por el diseño inteligente contra el darwinismo, requiere lidiar con un cúmulo de factores que en realidad son extracientíficos. Y precaverse contra la acción adoctrinadora de un colectivo integrista organizado, bien preparado y mejor financiado, e igualmente, contra los efectos indeseables de una ciencia de cartón piedra, urdida para sembrar cizaña entre la comunidad científica, procurar y satisfacer prosélitos, y argumentar sobre cierta propaganda a divulgar en las aulas, cuyo último y más hollywoodiense artilugio es el denominado “Museo de la Creación”.

a) El montaje del diseño inteligente

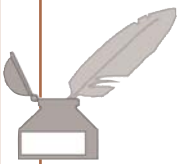
El movimiento para el diseño inteligente nació al amparo del Instituto *Discovery*, asociación destinada a defender y difundir el protestantismo evangélico. En 1996, dicho Instituto creó el *Center for the Renewal of Science and Culture*, que impulsó el movimiento para el diseño inteligente y elaboró en 1999 el citado documento *Wedge*. El artífice intelectual de esta estrategia *wedge* fue Phillip Johnson, ex profesor de Derecho en la Universidad de California, quien a principios de los 90 obtuvo cuantiosas donaciones para financiar la “investigación” sobre diseño inteligente. Pero, pese a sus esfuerzos, el *Center* no genera artículos científicos sino de opinión, casi siempre publicados por editoriales de fondos e inspiración evangélico-protestante y nunca o casi nunca en revistas especializadas independientes, tras superar un proceso de *peer-review*. Esto es, dirigidas a *lobbies* políticos y consejos escolares, y no orientadas a la investigación científica sino a influir en la sociedad y en los proyectos legislativos, para que el diseño inteligente y otros discursos antievolutionistas terminen introducidos en la escuela pública.

El diseño inteligente incorpora a la tradición creacionista previa dos ingredientes nuevos que potencian su capacidad misticadora. Primero, la considerable sofisticación de su apariencia y retórica científica, que suele permitirle embaucar al lego en la materia, como muestran las aportaciones fulleras de Michael Behe en Bioquímica y William Dembski en Matemáticas; y segundo, su pretensión de universalidad, para exportar al presente mundo global el producto intelectual de un creacionismo que, hasta finales del anterior milenio, sólo gozaba de un limitado consumo en el mercado interno estadounidense. Los éxitos de *La caja negra de Darwin*, de Behe, y de *Atlas de la Creación*, de Harun Yahya –seudónimo del activista creacionista turco Adnan Oktar–, con miles de ejemplares vendidos, prueban hasta qué punto supera las limitaciones del creacionismo científico precedente, sobre todo su nula credibilidad como ciencia y suovicianismo.

Otro indicio de que la problemática suscitada por el diseño inteligente al pugnar con la teoría evolutiva rebasa el ámbito meramente científico: Su cientificidad no puede decidirse meramente con disquisiciones de Filosofía de la Ciencia pues, dada su franca intención de influir en la sociedad, la transferencia del conocimiento, la comunidad de científicos y la formación académica e intelectual de las generaciones venideras, en definitiva, dada su clara voluntad política, sólo puede y debe ser tratada como una cuestión política. No en vano en su informe *Los peligros del creacionismo en la educación*, la Asamblea Parlamentaria del Consejo de Europa advirtió el 8 de junio de 2007 sobre la amenaza que constituye para la docencia.

Sentados los parámetros de su contexto histórico y colectivo social, repasemos brevemente el núcleo lógico del diseño inteligente. Según reconocen sus partidarios, el precedente directo puede rastrearse en el consabido argumento del relojero formulado por William Paley (1743-1805) en *Teología natural*. Al observar un reloj, tras advertir que sus distintas partes están ensambladas entre sí con el propósito de señalar la hora, inevitablemente inferimos que tuvo un diseñador; análogamente, la perfección armónica apreciable en la naturaleza permite inferir su artífice, Dios [3]. El diseño inteligente reformula este argumento deísta de Paley, afirmando que en la naturaleza existen ciertos fenómenos tan complejos, que no pueden ser el mero producto de procesos naturales, y por tanto evidencian la mente creadora sobrenatural que los diseñó.

Pero lo trasciende, añadiendo elementos genuinos que singularizan su estructura discursiva. Principalmente, su pretensión de cientificidad, la insistencia en que la ciencia puede demostrar el carácter empírico de las ideas religiosas. Ahora bien, esa milagrosa intervención sobrenatural diseñadora requerida por la historia biótica, no se satisface con un Dios mero legislador, al estilo del modelo teológico desarrollado por la Ilustración: Él creó las leyes de la naturaleza, y después la mecánica legislativa y sus efectos generaron los fenómenos naturales, incluyendo el surgimiento y transformación de la vida. En la órbita del Antiguo Testamento y en sintonía con la teología medieval o previa a la Ilustración, el diseño inteligente apoya la confirmación científica de una deidad activa, personal, constante y ubicua de la intervención divina en la Creación. Por ello, no conlleva una mera defensa genérica de la existencia de Dios, sino específica del carácter ubicuo de sus milagros, planteamiento cuya consistencia con simples observaciones del mundo natural requeriría una perpetua intervención para salvaguardar el funcionamiento de la naturaleza, o el absurdo superlativo de defender la acción directa e inmediata de Dios en la creación individual de cada ser vivo.



Desenmascarada su retórica científica aparente, el diseño inteligente es Teología. Por ello, ante la insistencia de que esta variedad neocreacionista sea impartida como si fuera ciencia equiparable a la teoría evolutiva, cabría preguntar si realmente es conveniente que el estudiante dedique el escaso, fugaz, insustituible y valiosísimo tiempo durante el cual debe adquirir una formación crucial para su futuro, a divagar sobre disputas teológicas vetustas, arcanas y probablemente irresolubles. No hablemos ya de trasladar este debate estéril a la comunidad científica infectando sus publicaciones especializadas.

Tampoco contrarrestan el carácter acientífico del diseño inteligente sus dos presuntas aproximaciones empíricas, las ideas de complejidad irreducible y complejidad específica, propuestas respectivamente por Behe y Dembski.

Para Michael Behe ciertos sistemas, por ser irreduciblemente complejos, perderían toda funcionalidad privados de cualquier parte activa, y por ello no son fruto de la evolución, sino de una inteligencia creadora sobrenatural que los creó de modo abrupto y completo: «*un [órgano] precedente descartado es, por definición, inoperante*», afirma. Falso. Tal vez no opere *del mismo modo* que operaba en el sistema anterior, pero si media exaptación, sí puede actuar de modo distinto en el sistema subsiguiente. Sólo un ejemplo entre miles: los huesos del oído medio de los mamíferos actuales surgieron a partir de las mandíbulas de ancestros precedentes; no obstante perder su anterior función masticadora, se reciclaron para una nueva función –exaptación– que concedía una ventaja adaptativa. En definitiva, la noción de complejidad irreducible pretende excluir, a priori y por la mera lógica de su propia definición, el fenómeno de la exaptación, ignorando al hacerlo cuantiosa prueba contraria.

Además, salvo Behe, nadie ha publicado un artículo en una revista especializada y previamente revisado por expertos, presentando evidencia favorable a la complejidad irreducible o demostrando su carácter de hipótesis científica contrastada. Al contrario, su retórica bioquímica ha sido concienzudamente refutada, en especial respecto a los tres casos que propuso, es decir, el sistema inmunitario, el flagelo bacteriano y la cascada de coagulación sanguínea [4]. Resultando tedioso agotar la retahíla de artículos científicos que demuestran rasgos evolutivos y refutan la existencia de complejidad irreducible en esos tres casos, baste mencionar el minucioso trabajo de Forrest y Gross en 2007 [5].

Si fuera necesario algún testimonio adicional sobre las carencias de la noción de complejidad irreducible, ojeese la clamorosa declaración realizada públicamente por los compañeros de Behe en el Departamento de Biología de la Universidad de Lehigh, en cuya página web, tras declararse partidarios de la cientificidad de la teoría darwinista, advierten: «[...] *Aunque respeta-*

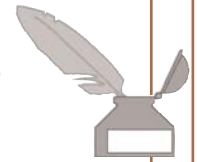
mos el derecho del Profesor Behe a expresar sus puntos de vista, son exclusivamente personales, y en absoluto están respaldados por el Departamento. Nuestra posición colectiva es que el diseño inteligente carece de fundamento en la ciencia, no ha sido experimentalmente demostrado y no debería ser considerado científico» [6].

En cuanto a la propuesta de Dembski sobre complejidad específica o información específica compleja, consiste básicamente en esto. Un fenómeno natural –afirma– sólo puede resultar de tres posibles procesos causales; azar, necesidad y diseño. Si el azar y la necesidad son descartados, deberá admitirse la causalidad por un diseñador inteligente. Al menos dos objeciones muestran la inconsistencia de esta argumentación.

Primera, al desarrollarla, Dembski descarta el azar calculando las minúsculas irregularidades en el ensamblaje de genes u otras estructuras biológicas complejas, todas a la vez por azar; y la necesidad o regularidad, argumentando que la selección natural no puede producir información genética nueva. Pero omite un punto clave: el cambio biológico puede ser el resultado de ambos, azar y necesidad. Es decir, puede suceder y sucede con frecuencia, que las mutaciones aleatorias proporcionen la variabilidad, y la selección natural no azarosa preserve las variaciones funcionalmente eficaces para la adaptación. Este proceso, científicamente demostrado y constituyente de la mecánica interna de la evolución, permite elaborar paulatinamente nueva “información” genética, nuevos alelos, genes y adaptaciones [7]. En definitiva, posibilita la evolución. Dado que Dembski intenta bloquear la combinación de mutación y selección invocando sólo la complejidad irreducible, su argumento es irrelevante pese a presentar un espectacular aparato matemático, pues es subsidiario del de Behe, y así decae por la inconsistencia del principal.

Segunda, la definición del concepto “información compleja específica” convierte al argumento de la complejidad específica en tautológico, pues no opera *ex natura* sino *more definitio*, es decir, no ocurre realmente en la naturaleza, sino sólo según el capricho de la definición dembskiana. Sencillamente su estructura argumentativa por eliminación llamada “filtro explicativo”, descarta como explicación, primero la regularidad y después el azar, para concluir aceptando el diseño inteligente sólo por eliminación, sin aducir a su favor razonamiento demostrativo ni evidencia empírica. Método inadmisibles para la inferencia científica legítima, pues el tratamiento asimétrico conferido a las explicaciones alternativas no garantiza la veracidad de las conclusiones obtenidas [8].

Sobre la credibilidad que la “complejidad específica” y su autor merecen entre la comunidad científica, resta solo recordar una anécdota. Durante el juicio *Kitzmilller* celebrado en Dover, Pensilvania (2005), William Dembski fue nombrado perito por los partida-



rios del diseño inteligente, para que avalara su cientificidad mediante un informe pericial y su propia declaración. Pero al ser citado sub iúdice, simplemente desertó. Pues también debía declarar Jeffrey Shallit, profesor de Matemáticas e Informática en la Universidad de Waterloo, evaluando sus credenciales académicas, y su informe pericial demostraba que Dembski –apodado por sus correligionarios del diseño inteligente “el Isaac Newton de la teoría informativa”–, carece de mínima reputación en Teoría de la Información o Matemáticas, jamás recibió subvención pública alguna para un proyecto de investigación científica, en quince años sólo ha publicado dos artículos *peer-review* que fueron refutados incontestablemente y no ejerce la ciencia como profesional [9].

b) El desmontaje del diseño inteligente

Estas consideraciones ilustran la interdisciplinariedad del problema, irresoluble sólo mediante más ciencia, es decir, si sólo se aborda aportando más evidencia científica. Pues no asistimos a una mera cuestión de ignorancia de la ciencia o distorsión en la transferencia a la sociedad del conocimiento científico y tecnológico, sino a una cuestión de cosmovisión o concepción del mundo, y en el caso del diseño inteligente, eso incluye el activismo político. Pero además, el profesor de Biología peca de ingenuidad, si supone que la prueba experimental o el razonamiento demostrativo bastarán siempre para transmitir a sus estudiantes la plausibilidad de la teoría evolutiva. El éxito del protestantismo evangélico ultraortodoxo no depende tanto de la reflexión argumentativa como de la mercadotecnia y de su bien avenido coqueteo con el capitalismo empresarial.

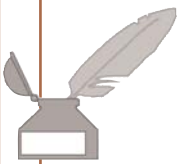
Dada la índole no exclusivamente científica del problema, su solución concierne ingredientes no estrictamente científicos. También pedagógicos, como distinguir entre creencia y comprensión. Educar no es compeler al estudiante a “creer” mediante actos de fe en la materia impartida, sino inducirle a comprenderla. Además, esa comprensión debe fluir en ambos sentidos, el educador también debe comprender y respetar los valores de sus estudiantes. Si el docente pretende detectar buenos estudiantes y orientar su formación como futuros científicos, debe predisponerles a adoptar una cosmovisión racional y a emplear el método científico, para que asimilen qué es la ciencia y cómo opera. Quien desconfía *a priori* de la ciencia, sólo podrá ser captado si el docente comprende y respeta su concepción del mundo, y le muestra cómo influye ésta en su aprendizaje de la metodología propia del pensamiento científico [10].

La cuestión tampoco podrá resolverse sin cuidar la literatura educativa sobre evolución empleada en los niveles académicos preuniversitarios. La influencia del *lobby* episcopal español durante cuarenta años de nacionalcatolicismo inspirador del régimen franquista,

y su perduración posterior, explican escasa presencia de la teoría evolutiva en la enseñanza elemental y media del sistema escolar, así como la exigua tradición en el tratamiento del evolucionismo conferido por currículos y manuales. En general, la literatura pedagógica escrita hace décadas debería actualizarse con otra más sensible a los descubrimientos realizados por biólogos, bioquímicos y genetistas, en un constante reflujo de información nueva desde los niveles académicos superiores hacia los inmediatamente inferiores, donde emplear literatura científica básica es más importante, posibilitando así reconciliar los libros de texto con la actividad investigadora. Ello incluye incorporar los avances en el argot evolutivo, pues las discusiones académicas han aclarado errores y vacilaciones cognitivas, hasta cambiar el lenguaje y perfeccionar o redefinir problemas clásicos y descripciones canónicas.

La mayoría de manuales se centran en microevolución, exponiendo los procesos y patrones evolutivos a nivel genético y poblacional. Pero esta literatura no provoca graves problemas a los creacionistas, pues admiten la modificación dentro de especies “ya creadas” y no suelen sentirse afectados. Su oposición más virulenta surge ante la macroevolución, pues muestra cómo grandes taxones han evolucionado a partir de otros, que toda especie tiene un ancestro común y que la mayoría de adaptaciones nuevas evolucionaron a partir de estructuras y funciones más simples. De hecho, casi todos los partidarios del diseño inteligente rechazan el ancestro común, aceptando sólo aquella mínima evolución producida entre las especies creadas por Dios según el Génesis [11]. Por tanto, aumentar la presencia de macroevolución en los libros de texto permitirá al estudiante comprobar cómo la comunidad científica dispone de mejor saber sobre los cambios en la historia biótica, y dificultaría su impugnación a partir del creacionismo.

Pero sobre todo, la literatura pedagógica debería aclarar qué causa ese ataque tan feroz del diseño inteligente contra la teoría de Darwin. Cual versión última del creacionismo científico, la finalidad del diseño inteligente consiste en convencer a creyentes, crédulos y legos sobre la posibilidad de alternativas a la evolución, afines a la concepción fundamentalista y merecedoras del estatus epistemológico de ciencia. Si las ideas de complejidad irreducible y específica constituyen la dimensión positiva del discurso, su complemento es la argumentación negativa contra la evolución, según la cual, confirma el diseño inteligente todo aquello que menoscaba la teoría evolutiva. Esto conlleva desprestigiarla como ciencia perniciosa o defectuosa, mala o mal hecha, y señalar y explotar sus “lagunas, carencias y debilidades”. Así surgió el repertorio de clichés, lemas y palabras clave que salpican el ideario del diseño inteligente, y que para el biólogo docente son extracurriculares. Pero tal vez pueda pre-



caverlo, si comentamos los más característicos:

1) Conviene enseñar la controversia evolución-diseño. Dos son las justificaciones para la “controversia”: no todo científico acepta la evolución, y además la evolución es controvertida en círculos extracientíficos. Curioso. El diseño inteligente genera primero el conflicto a propósito, invadiendo las clases de Biología cual matón disfrazado de científico: acto seguido, reclama la enseñanza imparcial de la “controversia”.

2) Puntos fuertes y débiles de la evolución. La estrategia consiste aquí en presentar los presuntos problemas de la teoría evolutiva –inventándolos si cabe–, y después afirmar que nada podrá conocerse con certeza sobre evolución mientras nada sea demostrado sobre ella. Como si la labor científica estribara en demostrar teorías, o en 140 años los biólogos hubieran dejado de confirmarla.

3) Libertad de cátedra. Los docentes que denigran la evolución o intentan impartir alternativas “científicas”, alegan que impedirlo viola su libertad de cátedra. Se esconde así el fraude que supondría formar al estudiante con pseudociencia presentada como ciencia.

4) Pensamiento crítico. Aquí la falacia explota el equívoco. Los pedagogos entienden por tal la aptitud para comprender los métodos y principios de la materia impartida, y para evaluar puntos de vista consecuentemente: los creacionistas, que los profesores enseñen a los estudiantes “críticas” contra la evolución, también llamadas fortalezas y debilidades.

5) En democracia es intolerable la discriminación de puntos de vista, y omitir el punto de vista del estudiante (léase “de sus padres”), es discriminatorio. Como si aquél tuviera ya su propia opinión sobre una cuestión para él recién descubierta, o como si sólo existiera una perspectiva cristiana sobre el tema, pues, para los fundamentalistas, únicos cristianos en conflicto real con la evolución, su perspectiva es “la” perspectiva cristiana.

Etcétera, etcétera, sin olvidar otra trampa retórica habitual en los partidarios del diseño inteligente: emplear un concepto de evolución ajeno a la comunidad de biólogos, al definirla como “mutación aleatoria y selección natural”. Aunque la evolución carece de definición estándar, aquélla dista mucho de la usada por Darwin –descendencia con modificación–, pues si bien incluye dos procesos evolutivos como la mutación aleatoria y la selección natural, la definición empleada por los partidarios del diseño inteligente excluye la relación entre todo organismo vivo. Pero también la invalidan otros dos motivos. Primero, la mutación no es azarosa en todo sentido causal. Al configurarse el ADN, ciertos cambios (transposición, inserción, delección), afectan al mecanismo de transcripción genética, y su distribución en los genomas es aleatoria, sí; pero sus efectos no lo son, porque el pro-

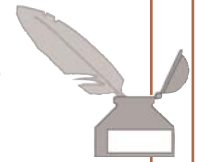
grama de desarrollo sólo genera permutaciones a partir de las posibilidades preexistentes, no a partir de un espectro aleatorio de posibilidades iniciales. Segundo, aunque la selección natural sea uno de los mecanismos principales en el cambio de poblaciones, ni Darwin lo consideró el único. Los partidarios del diseño inteligente intentan adular esta circunstancia como premisa para ultrajar el registro fósil, por ser prueba capaz de mostrar los procesos evolutivos bióticos. La selección se estudia en especies vivas mediante factores como variación, ventajas adaptativas, heredabilidad o cambios generacionales; pero en especies extintas, es imposible observar directamente la selección sólo por razones perogrullas, pues la heredabilidad directa de los caracteres genéticos no puede estudiarse en individuos o poblaciones fallecidas. En cambio, es fácil observarla en linajes macroevolutivos, cuya adaptación a las oportunidades medioambientales y funcionales sí puede documentarse. Así, se muestra falaz el argumento empleado por los partidarios del diseño inteligente, según el cual, el registro fósil no permite documentar la evolución.

II ENSEÑAR LA TEORÍA EVOLUTIVA. ACTUALIZACIÓN Y PROPUESTAS

a) ¿Cómo argumentar desde la Biología Evolutiva contra el discurso creacionista?

Sesgo ideológico, intención política y métodos proelitistas, en el discurso pseudocientífico del diseño inteligente, cuya polémica abre frentes convergentes en un debate sobre concepciones del mundo. Sentadas estas indicaciones extracurriculares, ¿cómo podría el profesor de Biología argumentar las inconsistencias del pensamiento creacionista desde su propia disciplina, empleando el legado que siglo y medio de naturalismo mundial acumula sobre la plausibilidad de la teoría evolutiva? Veamos algún ejemplo de procesos biológicos documentados, frente a los que el discurso creacionista conduce a situaciones absurdas o imposibles: fenómenos de surgimiento de especies, situaciones de variabilidad cromosómica intraespecífica y casos de anillos de razas.

El surgimiento de una nueva especie contradice el núcleo mismo del dogma creacionista, pues desmiente que todas las especies fueran creadas a la vez, y además, que sea imprescindible la intervención de una mente sobrenatural diseñadora para asistir al origen de una especie nueva. Entre los casos registrados desde mediados del siglo XIX, algunos bien conocidos tienen por denominador común un cambio en el número cromosómico, que impide hibridar a las especies mutada y ancestral. Hacia 1850, en Nueva York y otras ciudades norteamericanas fueron liberados cien ejemplares de gorrión europeo, *Passer domesticus*, como plaguicida. Tras aproximadamente un siglo y



unas cien generaciones, se habían diversificado en varias subespecies localmente adaptadas, y convivían con humanos prácticamente en toda Norteamérica [12]. En el reino vegetal, este fenómeno se ha documentado con dos plantas arroceras; *Spartina stricta*, especie nativa de ciertos pantanos salobres de Europa, y *Spartina alterniflora* especie americana similar. Tras cruzar el Atlántico en algún barco semillas de esta última, ambas especies originaron *Spartina townsendii*, un híbrido que duplicó su número cromosómico, colonizó lugares inhabitables para ambas especies ancestrales, y se aisló reproductivamente respecto de aquéllas, formando otra especie distinta [13]. Incluso entre la misma especie vegetal ocurren procesos semejantes por autopoliploidía, como en *Epilobium angustifolium* [14]. Además, experimentalmente se han creado cientos de nuevas especies de plantas agrícolas y hortícolas [15], y en el laboratorio la selección artificial permite innovar especies, como muestran los célebres experimentos realizados por Dobzhansky y Pavlovsky al cruzar cepas de *Drosophila paulistorum*, cuando desarrollaron híbridos que constituían una nueva especie, capaces de procrear descendencia viable apareándose entre sí, pero incapaces de producirla cruzándose con la especie ancestral [16]. ¿Qué explicación científica de éstos y tantos otros casos podría ser consistente con el creacionismo? ¿Los olvidó el diseñador sobrenatural al fabricar el universo...?

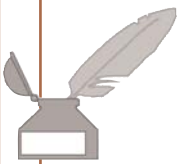
El pensamiento creacionista también acaba en vía muerta ante ciertos supuestos de variabilidad cromosómica intraespecífica. Aunque en general el ratón doméstico común, *Mus musculus domesticus*, presenta 40 cromosomas, existe en Milán (Italia) una variedad autóctona cuyos ejemplares sólo cuentan con 24, y en la periferia milanesa aparecen individuos cuyo genoma oscila entre 24 y 40 cromosomas, pero no obstante, pueden reproducirse entre sí; en cambio, en Kairouan (Túnez) existen también ratones domésticos con 22 y 40 cromosomas, y claras diferencias fisiológicas y etológicas, incapaces de hibridarse entre sí. Pero incluso sin abandonar el género, este cuadro puede complicarse. El citado ratón doméstico común y el campestre (*Mus spretus*), viven en hábitats distintos, divergen en su estructura genética y no se hibridan espontáneamente aunque coexistan en una zona. Curiosamente, en laboratorio sí pueden cruzarse según el género: sólo las hembras híbridas son fértiles y procrean con cualquier especie ancestral, los machos híbridos no [17]. En definitiva, contra la tesis creacionista —las especies constituyen compartimentos estancos, pues el diseñador dotó a cada una de un número cromosómico estable y definitivo, y ello impide su evolución—, los hechos indicados demuestran que en una misma especie pueden existir poblaciones con distinto número cromosómico, y que en ciertos casos esto contribuirá al aislamiento reproduc-

tivo, y con ello, a formar nuevas especies. La dificultad de una sistemática ante la diversidad interna de géneros y/o especies, prueba el proceso evolutivo.

Respecto a los anillos raciales o de especies, son cadenas de subespecies cuyos extremos no hibridan entre sí directamente, pero están conectadas por subespecies o poblaciones intermedias que sí hibridan. Es decir, actúan como una sola especie a lo largo del anillo, pero como dos especies distintas en el extremo donde se sobreponen sin aptitud reproductiva. Suelen citarse las gaviotas circumpolares, las ranas leopardo o el carbonero común, ejemplos que muestran cómo la acumulación de microcambios genera nuevas especies [18]. Como botón de muestra, se sintetiza a continuación un interesante estudio recopilatorio de Manuel Tamayo sobre el anillo racial de gaviotas circumpolares [19]. En el noroeste de Europa, las gaviotas plateada (*Larus argentatus*) y sombría (*Larus fuscus*), son especies in hibridables y muy diferentes en color, aspecto y hábitos. Pero en el trayecto que discurre por el occidente hasta Norteamérica y entra por Alaska desde Siberia, ambas se hacen gradualmente semejantes entre sí, observación que condujo a descubrir que las gaviotas sombrías europeas son el extremo de un anillo iniciado con gaviotas plateadas. Observados ambos tipos en las Islas Británicas, parecen especies distintas con orígenes diversos, pues las sombrías y las plateadas no hibridan. Pero dada la gradación insensible a través del Polo Norte, la explicación creacionista que sostuviera esa hipótesis requeriría el origen particular de todas las formas intermedias, lo cual conlleva el absurdo de la creación separada de cada individuo, pues la variación es continua. En cambio, si la hipótesis creacionista considera todo el anillo una única especie creada originalmente, no puede explicar el aislamiento reproductivo entre las poblaciones cohabitantes de las Islas Británicas, hecho biológico que define la condición de especies diferentes. Ídem de ídem, admitir que la actual diversidad intraespecífica se produjo a partir de una pareja inicial de gaviotas sombrías desembarcadas del Arca de Noé, conlleva admitir la evolución producida en aquélla. Pero con ese mismo grado de variación, la gaviota sombría transcurre hasta la plateada, y el mismo proceso evolutivo forma nuevas variedades y especies. Es decir, estudiando los fósiles durante períodos geológicos, un mismo grado de indeterminación aparece en las sucesiones de especies, resultando inaplicable el concepto de aislamiento reproductivo. Considerados estos hechos en conjunto, la argumentación creacionista carece de salida coherente.

b) Botiquín, farmacopea y primeros auxilios, contra la metástasis neocreacionista

Quizás lo anterior satisfaga al profesor de Biología convencido de la científicidad de la teoría evolutiva,



pero puede resultar ineficaz para convencer a un fundamentalista. Para él no es una cuestión de evidencia científica o razonamiento lógico, y seguramente seguirá “creyendo” en el creacionismo. La creencia es cuestión de fe, y se accede a la fe desde la voluntad, no desde la razón. Así, suele ser inútil dialogar con un interlocutor integrista sobre la inverosimilitud de sus dogmas, pues ninguna prueba o razonamiento lograrán desprogramar la fe, cuando *a priori* su voluntad decidió no transigir ni un ápice. Aunque subsista el diálogo con los ignorantes, dudosos, crédulos, mal formados o informados, y en general con cualquiera dispuesto al debate racional abierto, el científico debe mejorar su comunicación con el público y la sociedad al transferir su conocimiento. Al efecto, se proponen ciertas recomendaciones concretas sobre recursos docentes útiles.

El primero se titula *Flock of dodos: the evolution and intelligent design circus*, un documental de Randy Olson, Doctor en Biología por la Universidad de Harvard, que muestra cómo perjudica a la divulgación de la ciencia la incapacidad de los científicos para comunicar su conocimiento [20]. Con mirada irónica, este filme sostiene que el gran público no comprende adecuadamente la evolución gracias a las interferencias de esos científicos “bobos” (*dodos*), incapaces de exponer con sencillez las ideas más básicas de ciencia. Al no poder manejárselas sin bata de experto ni jerga de especialista, confieren a su discurso tal grado de elitismo que gran parte de su audiencia, otrora libre de prejuicios antievolutivos y no pudiendo entender ni jota, les rehuye despavorida. Y terminan abrazando la retórica zalamera y complaciente de los nuevos creacionistas, casi siempre ignorantes en ciencia, pero paradísimos en mercadotecnia, relaciones públicas, asesoría de imagen y psicología de masas, y quienes, esforzándose en mostrar una mentalidad abierta, tolerante y equitativa, acaban por vender la versión del problema basada en su exclusiva concepción del mundo. Cualquier departamento de cualquier universidad mejoraría la destreza en comunicación social y pública de la ciencia de su equipo docente e investigador sólo con incluirlo entre los fondos de su filmoteca, no digamos ya traduciéndolo al castellano.

También merece recomendación el libro *Investigating Evolutionary Biology in the Laboratory*, de William McComas [21], guía para biólogos interesados en pedagogía sobre evolución. Su filosofía: el laboratorio es el mejor método para enseñar ciencia y evolución. Describe 32 actividades prácticas, algunas pensadas para ser realizadas en el aula, otras en un campo de fútbol, en la playa, en un parque o en el zoo; y sin materiales sofisticados, con transparencias, diapositivas, tablas, esquemas, ilustraciones o recursos en Internet que emplean los programas y bases de datos usados por los científicos para comparar secuencias genéticas. Pero además, presenta la teoría darwinista

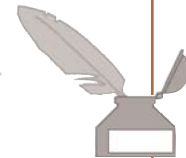
como un modelo científico coherente, plantea las novedades relevantes en teoría evolutiva —equilibrio puntuado, exaptación, etc.—, como desarrollos y revisiones del modelo de Darwin, y previene expresamente contra errores típicos cometidos en su comprensión, por ejemplo, estudiando con independencia adaptación y descendencia con modificación para evitar equívocos. Siguiendo la estructura conceptual del darwinismo, se dirige a sus dos principios teóricos clave, descendencia con modificación y selección natural, incluyendo otras actividades pensadas para distinguir entre supervivencia, adaptación, convergencia, divergencia y ancestro común, o a trabajar la clasificación sistemático-taxonomía vinculada al proceso evolutivo [22].

Por último, dos recursos en red. Primero, el portal web de la principal institución estadounidense dedicada a defender en la escuela pública la enseñanza de la evolución y la prohibición legal de impartir creacionismo, el *National Center for Science Education*, disponible en el enlace <<http://www.ncseweb.org>>. Ofrece acceso libre y gratuito a un sinfín de noticias, procesos judiciales, entrevistas, reseñas, congresos, publicaciones, hallazgos, etc., relativos a evolución y antievolucionismo. Especial atención merece el directorio “*Evolution*”, destinado a potenciar la docencia de la evolución, incluyendo subdirectorios que desarrollan cuestiones como definir el concepto “evolución”, refutar la falacia “teoría-no-hecho” o aclarar por qué la ciencia biológica moderna no enseña teorías “alternativas”. Y en particular destaca “*Understanding Evolution*”, con 101 contenidos que explican, con texto fácilmente comprensible, diagramas instructivos y esmerada presentación gráfica, la historia biótica, la macroevolución, la microevolución, o los grandes interrogantes que tratan de responder hoy los biólogos evolutivos.

El segundo se debe a Kevin Padian, profesor en el Departamento de Biología de la Universidad de California y director de su Museo de Paleontología. Puede consultarse en <<http://www2.ncseweb.org/kvd/exhibits/Padian/kpslides.html>>, con más de 500 filminas cuidadosamente preparadas en sus aspectos textual y gráfico, y destinadas a exponer sencillamente los aspectos básicos sobre la sistemática clasificatoria, el ancestro común o las relaciones filogenéticas. Permiten aclarar y refutar las tergiversaciones propagadas por los partidarios del diseño inteligente y su manual al uso, *Of Pandas and People*, para intoxicar al gran público sobre evolución, agrupadas por materias como la “complejidad irreducible”, la explosión cámbrica, el registro fósil o las falsedades sobre homología, exponiendo cómo desenmascarar tanto embuste con ejemplos fácilmente aplicables.

c) La importancia del laboratorio y su enfoque pedagógico.

Recordemos dos falacias habituales sobre docencia de teoría evolutiva. Primera, es imposible experimentarla



en el laboratorio, pues la evolución es materia característica de ciencia histórica y no experimental, relativa a eventos irrepetibles, irreproducibles y sólo acontecidos en escalas de tiempo geológico. Pero aunque fuera posible, segunda falacia, equipar un laboratorio biológico implica medios caros, sofisticados y de uso intrincado e incluso peligroso, así como afrontar condiciones experimentales difíciles y extraordinarias. Si quien profesa Biología Evolutiva acepta el reto de cambiar su chip al respecto y orientar la formación científica de sus estudiantes empleando el laboratorio como herramienta docente, considere la posibilidad de plantear sus sesiones prácticas valorando los siguientes criterios generales:

Isomorfismo curricular. Probablemente las actividades docentes en el laboratorio resultarán más eficaces si respetan el vínculo entre dos entornos, el tejido conceptual de la teoría darwinista y el quehacer cotidiano de la ciencia "real". Frente a la pedagogía tradicional, valórese emplear el laboratorio antes y no después de las sesiones teóricas, esto es, usándolo para introducir conceptos y no tanto para verificarlos. O acopiar un repertorio provocador, no de respuestas, sino de preguntas, capaces de conmover al estudiante de modo directo e inmediato, para fomentar su habilidad al adoptar decisiones y elecciones reales mientras investiga.

Experimentación previa. Asimilar los conceptos y métodos nuevos tal vez resulte más fácil previa realización de ejercicios experimentales, con los cuales los estudiantes contacten directamente con las cuestiones principales de la asignatura y realicen sus propias exploraciones y descripciones, fomentando la aplicación grupal, interdisciplinar e inmediata de su aprendizaje. Esto les permitiría familiarizarse con el debate reflexivo, la verificación sistemática y la reconsideración, ingredientes metodológicos inherentes al discurso científico auténticamente saludable.

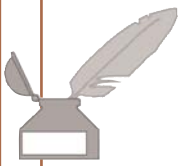
Argumentación hipotético-deductiva. Usar el laboratorio como entorno destinado a introducir y elaborar conceptos, fomenta conductas proclives a lograr inferencias del tipo "siendo cierto A y considerando además B, entonces se concluye C". Es decir, desarrolla la destreza para aplicar figuras afines, *mutatis mutandis*, al razonamiento formal del silogismo científico de Aristóteles. Se fortalece la habilidad intelectual del estudiante para comprender y explicar el mundo en términos naturalistas pública y universalmente comprensibles, realizar predicciones precisas y trascender la investigación estrictamente empírica usando con rigor modelos teóricos, permitiéndole experimentar cómo la ciencia obra y progresa mediante patrones naturalistas siempre verificables y abiertos a revisión.

Inspiradas por tales principios, las actividades en el laboratorio permitirían al estudiante explorar los problemas aligerado de dogmas preexistentes, proceden-

tes de sus propias creencias o asimilados de los contenidos transmitidos por el profesor. Para ello, las sesiones prácticas en el laboratorio deben respetar la interdependencia entre el marco teórico, la praxis científica y los descubrimientos generados por la investigación. Por último, cierta estrategia pedagógica merecería presidir la metodología de las prácticas en el laboratorio: no saturar cada actividad práctica con una excesiva carga conceptual, eludiendo aplicar demasiados principios clave de teoría evolutiva en la misma sesión.

E igualmente, requiere abandonar ciertos roles ya trasnochados. Permítaseme un ejemplo negativo sobre qué convendría evitar: «[...] *los estudiantes comprobarán si reaccionan entre sí los antígenos y anticuerpos de diversas especies. Empleando estos datos, serán construidas las relaciones evolutivas entre las especies elegidas*» [23]. Esta actividad requiere instrumental de laboratorio, sustancias químicas y biomateriales, matraces, pipetas, incubadora, etc. Pero además, el estudiante sólo comprenderá lo que hace si antes dispone de un bagaje complejo; al menos, rudimentos sobre especificidad de los anticuerpos, relaciones taxonómicas entre animales y teoría del reloj molecular. Sin olvidar que realmente no descubrirá nada por sí mismo, ni adoptará decisiones o realizará predicciones vinculadas a su indagación; al contrario, caminará de la mano hasta demostrar lo ya sabido desde un principio, y desarrollará hacia la evolución la actitud de un creyente. En definitiva, el laboratorio es así una instancia demostrativa de los conceptos teóricos antes presentados por el profesor, la explicación es desvelada desde el principio, y se requiere del estudiante un elevado nivel de conocimientos previos y una actitud más propia de la fe que científica, de modo que ejecuta órdenes sin elaborar estrategias ni plantear interrogantes, y sigue una rutina cuya orientación, principio y fin quedan conducidos completamente por el profesor.

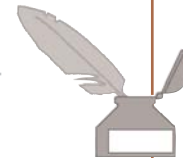
Pero sobre todo, huelga mencionarlo, requiere un perfil de profesor con actitudes muy determinadas. Siendo cierto que la propuesta descrita exige del docente tiempo, energía y dedicación adicionales, no lo es menos que el laboratorio también puede procurarle una elaboración creativa de su identidad profesional, construyendo poco a poco el cúmulo de destrezas que refinen y definan su pericia. Con ello, se apuesta por un docente cuya profesionalidad no se configura transmitiendo conocimiento en sentido tradicional, sino más bien investigando. Por eso elude ofrecer directamente nociones que constituyan respuestas a preguntas nunca formuladas, es breve y preciso, y adopta un rol provocador sugiriendo actividades que permitan encontrar las respuestas por uno mismo. Y en general, practica un estilo propiciador, tendente a propagar ideas y estrategias fecundas, con las cuales el estudiante disfrute de verdad descubriendo creativamente el conocimiento científico.



BIBLIOGRAFÍA

- [1] Documento Wedge completo en <http://www.antievolution.org/features/wedge.pdf>.
- [2] Para contar con un planteamiento sano y reciente sobre el horizonte general de la relación entre ciencia y religión, véase GOULD, S. J. (2007), *Ciencia versus religión. Un falso conflicto*; Barcelona, Crítica.
- [3] PALEY, W., *Natural Theology: or, Evidences of the Existence and Attributes of the Deity*, 12ª ed., impresa por J. Faulder; Londres, 1809; p. 2.
- [4] AIZAWA, S. (2001), Bacterial flagella and type III secretion systems. *FEMS Microbiology Letters*, 202, nº 2, Agosto 2001: pp. 157-64. Hoboken, Blackwell; COOPER, M. y ALDER, M. (2006), The evolution of adaptive immune systems. *Cell*, 124, nº 4, 24 February 2006: pp. 815-22. Oxford, Cell Press, Elsevier; DAVIDSON, C. *et al.* (2003), Molecular evolution of the vertebrate blood coagulation network. *Thrombosis and Haemostasis*, 89, nº 3: pp. 420-8. Stuttgart, Schattauer; EASON, D. *et al.* (2004), Mechanisms of antigen receptor evolution. *Seminars in Immunology*, 16, nº 4, Agosto 2004: pp. 215-26. Oxford, Cell Press, Elsevier; LITMAN, G. *et al.* (2005), Reconstructing immune phylogeny: new perspectives. *Nature Reviews of Immunology*, 5, nº 11, November 2005: pp. 866-79. Basingstoke, McMillan; LONG, M. *et al.* (2003), The origin of new genes: glimpses from the young and old. *Nature Reviews Genetics*, 4: pp. 865-75. Cambridge, Nature; PANCER, Z., y COOPER, M. (2006), The evolution of adaptive immunity. *Annual Review of Immunology*, 24, April 2006: pp. 497-518. Basingstoke, McMillan; RUS, H. *et al.* (2005), The role of the complement system in innate immunity. *Immunologic Research*, 33, nº 2, November 2005: pp. 103-12. New Jersey, Humana Press; STRAM, Y. y KUZNTZOVA, L. (2006), Inhibition of viruses by RNA interferente. *Virus Genes*, 32, nº 3: pp. 299-306. Londres, Springer; etc.
- [5] FORREST, B. y GROSS, P. (2007), Biochemistry by design. *Trends in Biochemical Sciences*, 32: 301-10.
- [6] Página web oficial del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Lehigh, en el enlace www.lehigh.edu/~inbios/news/evolution.htm.
- [7] PADIAN, K. y MATZKE, N. (2009), "Darwin, Dover, 'Intelligent Design' and textbooks". *Biochemical Journal*, 417: 29-42.
- [8] WILKINS, J. y ELBERRY W. (2001), The Advantages of Theft over Toil: The Design Inference and Arguing from Ignorance. *Biology and Philosophy*, 16, nº 5, November 2001, pp. 709-22. Berlin, Springer.
- [9] Archivo completo del expediente judicial, incluyendo informe pericial del Dr. Shallit, disponible en <http://www2.ncseweb.org/wp/?p=150>; el texto íntegro de la sentencia, en <http://www.pamd.uscourts.gov/kitzmilller/decision.htm>.
- [10] ALTERS, B. y ALTERS, S. (2001), *Defending Evolution in the Classroom: a Guide to the Creation/Evolution Controversy*. Sudbury, Jones and Bartlett.
- [11] SCOTT, E. y MATZKE, N. (2007), Biological design in science classrooms. *Proceedings of the National Academy of Sciences U. S. A.*, 104 (Suppl. 1): 8669-76; MATZKE, N. y GROSS, P. (2006), Analyzing critical analysis: the fallback antievolutionist strategy. En *Not in Our Classrooms: Why Intelligent Design is Wrong for Our Schools*. SCOTT, E. y Branch, G. (eds.), pp. 28-56. Boston, Beacon Press.
- [12] JOHNSTON, R. y SELANDER, R. (1964), "House sparrows: rapid evolution of races in North America". *Science*, 144: 548-50.
- [13] HUXLEY, J. (1946), "Las especies y la evolución". *Endeavour*, 5 (17): 3-12.
- [14] MOSQUIN, T. (1967) Evidence for autopolyploidy in *Epilobium angustifolium* (Onagraceae). *Evolution* 21:713-719
- [15] RIDLEY, M. (1987), *La evolución y sus problemas*. Madrid, Pirámide.
- [16] DOBZHANSKY, T. *et al.* (1971) "Experimentally created incipient species of *Drosophila*". *Nature*, 230: 289-92.
- [17] BONHOMME, F. y THALER, L. (1988) La evolución de la rata. *Mundo Científico*, 8 (82): 754-764.
- [18] Han sido estudiadas por muchos autores, pudiendo citarse como ejemplos, CAIN, A. (1970), *Las especies animales y su evolución*. Barcelona, Labor; DE BEER, G. (1970), *Atlas de evolución*: Barcelona, Omega; DELSOL, M. (1982), "La teoría sintética de la evolución", en Chauvin, R. (ed.), *La biología*: Asuri, Bilbao; HARRAP, S. y QUINN, D. (1996), *Tits, nuthatches and treecreepers*: London, Christopher Helm; IRWIN, D. *et al.* (2001), Ring species as bridges between microevolution and speciation; *Genética*, 112-113; etc.
- [19] TAMAYO, M., "El problema de la demostración", en Tamayo, M. y Claramonte, V., *Evolución y creación*; en fase de publicación, archivo personal.
- [20] OLSON, R. (2006), *Flock of Dodos: the Evolution and Intelligent Design Circus*. Watertown, Documentary Educational Resources.
- [21] MCCOMAS, W. (ed.) (2006), *Investigating Evolutionary Biology in the Laboratory*; Dubuque, Kendall-Hunt.
- [22] PIEVANI, T. y SERRELLI, E. (2008), Education in Evolution and Science: Through Laboratory Activities. *Journal Evolution: Education and Outreach*, 1: 541-47. New York, Springer.
- [23] CULP, M. (2000), II-3, p. 128: en McComas, ob. cit. Citado a su vez en Pievani y Serrelli, ob. cit.





CAMBIO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN. ¿CÓMO MEDIRLOS?

Ruth Rama Dellepiane² y Juan Fernández Sastre³

Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CCHS), CSIC

Resumen: El presente artículo analiza algunos de los principales indicadores de las actividades de investigación, desarrollo e innovación como se reflejan en la literatura y las estadísticas económicas. Se indican sus ventajas e inconvenientes para medir dichos fenómenos, al tiempo que se ejemplifica con resultados de los principales estudios empíricos relacionados con esta materia, haciendo especial hincapié en los que se han obtenido para el caso español.

Palabras clave: Innovación, cambio tecnológico, patentes, Innovación y Desarrollo.

Title: *Technological Change and Innovation. How to measure them?*

Abstract: *This article analyses some of the main indicators of research, product development and innovation, as they are used in the economic literature and in statistics. We indicate their advantages and disadvantages, and in doing so we provide examples taken from the main empirical studies on this question, especially those focussing on results obtained for Spain*

Keywords: *Innovation, technological change, patents, Research and Development.*

1. INTRODUCCIÓN

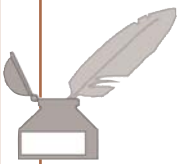
En el último año, todos hemos oído con una cierta frecuencia que la revitalización del modelo económico español y hasta la superación de la actual crisis pasan por la innovación tecnológica. Esa no es una idea nueva. Desde Schumpeter (1942) [1], muchos otros economistas han opinado que, en el largo plazo, la innovación es el motor que estimula la evolución de las economías capitalistas. Una innovación es la aplicación económica de un invento. Mientras que el científico o el ingeniero plasman el conocimiento científico en un invento, el empresario debe ser capaz de percibir la viabilidad comercial de la invención. Desde el punto de vista de la economía, una particularidad de la innovación radica en la dificultad de predecir los beneficios derivados de la inversión realizada en ella. El gasto en Investigación y Desarrollo (I+D) se caracteriza por unos resultados inciertos y los beneficios que dicha inversión pueda llegar a proporcionar pueden ser, inclusive, susceptibles de apropiación por parte de la competencia a través de la imitación, reduciéndose así su rentabilidad para la empresa innovadora, que termina no recogiendo en su totalidad los

frutos del progreso técnico [2]. Por otra parte, cada innovación tiene un valor técnico y comercial diferente; de hecho ocurre a menudo que el valor técnico y el comercial no coincidan, puesto que este último depende en gran medida de las preferencias de los consumidores [3]. Es el valor comercial de las innovaciones sobre el que centraremos nuestro análisis. Por esas razones, a veces resulta difícil interpretar el significado económico de las estadísticas de la I+D+i (investigación, desarrollo e innovación) y si realmente existen razones sólidas para preocuparnos por el lugar que ocupa en el "ranking" tecnológico nuestro país o nuestra región.

Este artículo estudia algunas formas utilizadas por la literatura económica para medir y clasificar el cambio tecnológico y las innovaciones, especialmente aquellas más centradas en la industria, con el objeto de proporcionar al lector no especializado elementos de juicio para una lectura crítica de dichas estadísticas y el análisis de la actividad innovadora de países y empresas. Ilustramos los conceptos analizados, sus ventajas e inconvenientes, con ejemplos tomados de la literatura económica y, en la medida de lo posible,

² Ruth Rama Dellepiane es Doctora en Economía por la Universidad Autónoma de Barcelona y ha sido investigadora del CSIC desde 1988. Actualmente es Profesora de Investigación del Departamento de Economía del Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CCHS), CSIC. ruth.rama@cchs.csic.es

³ Juan Fernández Sastre es licenciado en Ciencias Económicas por la Universidad Autónoma de Madrid. Actualmente es becario predoctoral JAE del CSIC en el Centro de Ciencias Humanas y Sociales donde está desarrollando su Tesis Doctoral sobre estrategias empresariales e innovación en el Instituto de Políticas y Bienes Públicos (CCHS, CSIC). juan.fernandez@cchs.csic.es



de estadísticas y análisis del Sistema Español de Innovación.

En la Sección 2, estudiaremos algunas maneras de clasificar las innovaciones desde el punto de vista de la Economía. En la sección 3 presentaremos algunas formas de medir la actividad innovadora y el cambio tecnológico. El artículo termina con una breve sección de Conclusiones.

2. CLASIFICACIONES DE LAS INNOVACIONES EN LA LITERATURA ECONÓMICA

Existen varias formas de clasificar las innovaciones, aunque sólo nos detendremos en las más relevantes para el proceso económico. La primera se centra en el carácter heterogéneo de la innovación y hace referencia a su tipo, pudiendo ser éste de producto, de proceso, organizacional o de sistema. Los dos últimos tipos hacen referencia a la importancia de los aspectos organizativos en la producción de innovaciones exitosas. En muchas ocasiones las innovaciones surgen como consecuencia de variaciones en la forma de organizar las distintas actividades de la empresa, como demuestran algunos estudios históricos que evidencian el fuerte estímulo al cambio tecnológico que supuso la creación del departamento de I+D, en tanto innovación organizativa, en la industria alemana del siglo XIX [4]. Las innovaciones de producto aumentan la calidad y la variedad de los bienes, además de permitir, en muchos casos, aumentos en la producción y/o en el precio de los mismos. Por otro lado, las innovaciones de proceso van orientadas a aumentar la eficiencia de la producción, es decir, a disminuir los costes de la empresa. Un aspecto a considerar cuando se examinan estadísticas de la innovación es que, aunque existe una considerable variabilidad de los indicadores en función de la industria que analicemos, algunas investigaciones demuestran que las empresas tienden a dedicar más recursos a la investigación cuando se trata de obtener productos nuevos que cuando aspiran a generar nuevos procesos industriales [5]. En una encuesta realizada a 177 empresas agroalimentarias europeas, Avermaete *et al.* (2004) [6] observan que, en el transcurso de cinco años, 148 de aquellas introdujeron tanto innovaciones de proceso como de producto, 10 sólo de proceso y 38 sólo de producto. Mediante la Encuesta IAIF-CDTI (Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial), que recoge datos de un conjunto de empresas que, entre 1984 y 1994, recibieron créditos del CDTI, Buesa y Molero (1998) [7] encuentran este mismo patrón para el caso de las empresas que operan en España. Es decir, parece que las empresas, en la mayoría de las industrias, prefieren competir lanzando nuevos productos al mercado que bajando el precio de los existentes, a través de innovaciones de proceso. No obstante, si atendemos a los datos que proporciona la Encuesta de Innovación de las Empresas Españolas para el año

2003, se observa que la especialización de la innovación en España está más orientada hacia las mejoras de proceso. Aunque el mayor esfuerzo innovador privado se dedique a mejoras de producto, la economía española es menos intensiva en I+D interna y un gran porcentaje de las innovaciones se basan en compras de equipo y maquinaria producidas por otras empresas, que implican innovaciones de proceso [8]. El informe sobre la innovación PITEC (Panel de Innovación Tecnológica) publicado por FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología) en el año 2006 muestra que hay un 25% más de empresas que implementan innovaciones de proceso que de producto (33.767 frente a las 27.085); esta diferencia resulta aún mayor si sólo tenemos en cuenta a las empresas industriales. Aunque esta distinción es importante en la literatura económica, en realidad, muchas veces resulta difícil el diferenciar entre innovaciones de proceso y de producto puesto que, generalmente, las innovaciones de producto requieren de un nuevo proceso productivo para ser llevadas a cabo [9].

La literatura sobre economía del cambio tecnológico también suele distinguir entre innovaciones radicales o incrementales. Esta clasificación no se refiere necesariamente a la originalidad técnica del nuevo producto o proceso industrial. Los economistas consideran que una innovación es radical cuando necesita de la apertura de una nueva fábrica, de un nuevo mercado para su explotación o de una nueva columna en la matriz de *input-output* de un país [10], mientras que las innovaciones incrementales solo suponen una mejora en el rango de productos ya existentes. Esta clasificación resulta relevante por su posible impacto económico ya que la creación de una innovación radical puede otorgar a la empresa un monopolio o puede destruir un monopolio existente anteriormente. Además, el tipo de innovación influye en el sistema económico y modifica las condiciones de producción, no sólo en el principal sector de producción y utilización, sino en muchos otros sectores industriales o de servicios, dada la interdependencia presente en el cambio tecnológico [3]. Por otro lado, las grandes innovaciones que suponen un cambio en el paradigma tecno-económico, como por ejemplo las tecnologías de la información y comunicación, están fuertemente asociadas a los ciclos económicos [3]. Aunque la gran mayoría de las empresas no efectúan innovaciones radicales, todas ellas son capaces de realizar innovaciones de mejora y de adoptar nuevos procesos industriales desarrollados por otros anteriormente [11]. Por ejemplo, Buesa y Molero (1998) [7], utilizando datos de la Encuesta IAIF-CDTI sobre empresas innovadoras españolas, constatan que, en nuestro país, predominan las innovaciones imitativas o incrementales, tanto en relación a la tecnología de proceso como a la de producto. Otra consideración a tener en



cuenta, a la hora de estudiar la innovación, es distinguir cual es el verdadero alcance de la novedad. Así, las encuestas de innovación suelen indagar si las innovaciones de producto que declara haber realizado el encuestado suponen una innovación tan sólo para la empresa (porque el producto ya existe en el mercado), si se trata de una innovación respecto al panorama de la industria española (la compañía es la primera en producir ese “nuevo” producto en España) o de una innovación de carácter mundial (la empresa encuestada es la primera en lanzar dicho producto mundialmente). Esta es una diferencia entre los conceptos de patente e innovación, ya que el sistema de patentes registra solamente inventos que son primicias mundiales.

Otra manera de clasificar las innovaciones es según su grado de apropiación; esta clasificación informa sobre si la innovación es patentable o no.

Otras formas de clasificar a las innovaciones son más complejas, como la propuesta por Archibugi y Simonetti (1998) [12], cuya categorización resalta varios aspectos a tener en cuenta a la hora de analizar las innovaciones. Esta clasificación se basa en cinco criterios distintivos: 1) el agente promotor (empresa, gobierno, asociaciones comerciales, etc); 2) el destino de la innovación (la propia empresa innovadora u otra empresa/industria); 3) los usuarios o destinatarios finales de la innovación; 4) las necesidades que va a satisfacer y 5) la naturaleza de la innovación (contenido tecnológico). Esta clasificación resulta adecuada si se desea entender mejor la interdependencia entre objetos (productos) y sujetos (usuarios) de la innovación; por ejemplo, una innovación utilizada en la industria textil puede haber sido producida en la de maquinaria.

3. ALGUNAS FORMAS DE MEDIR LA ACTIVIDAD INNOVADORA

La medición de la actividad innovadora de las empresas, instituciones y países plantea problemas importantes. Hay que tener en cuenta que el cambio técnico depende del conocimiento científico, que su origen puede ser interno (dentro de la empresa) o externo (relaciones con otras empresas u otros organismos) y que las innovacio-

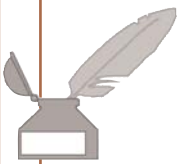
nes pueden estar incluidas en bienes de capital, en los productos o en el “saber hacer” de la empresa (patentes, licencias, diseños, etc.) y de sus trabajadores [13]. Es difícil medir el conocimiento acumulado en una empresa ya que contiene elementos intangibles relacionados con la habilidad empresarial, la suerte y otros factores que escapan a la medición. La actividad innovadora incluye otros aspectos relevantes, además del esfuerzo en I+D, como es el caso de ciertas funciones intangibles de la empresa (“learning by doing”, “learning by using”) que apoyan a las actividades de I+D propiamente dichas [14]. Un informe del Community Innovation Survey (CIS) de la Unión Europea (UE) para 23.000 empresas italianas muestra, por ejemplo, que sólo el 36% del coste total de la innovación se corresponde exactamente con la I+D. La mayor parte del coste (47%) se dedica, en realidad, a inversiones relacionadas con la innovación pero que no constituyen propiamente gasto en I+D, mientras que otro 14% está asociado al diseño y pruebas de producción. Estos resultados están en concordancia con los resultados de otros estudios empíricos que destacan la importancia, en la producción de innovaciones, de ciertos costes no directamente atribuibles a la I+D. En el cuadro 1, se recogen los datos presentados por el INE (Instituto Nacional de Estadística) sobre la distribución del gasto innovador de las empresas innovadoras (de todos los sectores) que operaron en España en el año 2006, lo que nos permite tener una idea sobre la importancia de cada tipo de gasto en el proceso innovador.

La complejidad de la tecnología y sus diversas procedencias han originado, en la literatura económica, el uso de diversas metodologías de investigación, una amplia y diferente selección de variables que intentan representar el mismo fenómeno y la combinación de distintos conjuntos de datos [15]. Esto quizás explique por qué algunos autores han llegado a conclusiones contradictorias entre sí. Algunos autores destacan el hecho de que la innovación incluya elementos no susceptibles de medición o de que ciertos indicadores, como las patentes, hayan sido concebidos para su uso en un marco legal, no con el propósito específico de medir el cambio tecnológico [16]. Por otra parte, como señala Rosemberg (1982) [17], la innovación ya no se concibe como un proceso secuencial que nace con la investigación básica y culmina con

Cuadro 1: Gasto en actividades innovadoras en miles de euros.

Total 2006	
I+D interna	12.386
Adquisición de I+D (I+D externa)	7.572
Adquisición de maquinaria, equipos y software	16.374
Adquisición de conocimientos externos	1.573
Formación	6.737
Introducción de innovaciones en el mercado	5.954
Diseño, otros preparativos para producción y/o distribución	2.819

Fuente: Instituto Nacional de Estadística [35]



un nuevo producto en el mercado o un nuevo proceso en la planta industrial. Como veremos más adelante, la innovación surge en muy diversas instancias, lo que plantea la necesidad de acudir a diversos indicadores o a indicadores compuestos para captarla. Los procesos de retroalimentación entre diversas etapas de dicho proceso, muchas veces más frecuentes que la evolución lineal, también dificultan la medición de los fenómenos.

No obstante, existen diversas medidas de la actividad tecnológica que permiten comprender mejor el proceso innovador y sus relaciones con el mundo de la empresa.

Smith (2005) [16] distingue tres indicadores principales de ciencia y tecnología: 1) las estadísticas de I+D, 2) las patentes y sus respectivas citas y 3) los datos bibliométricos, a saber la información correspondiente a las publicaciones científicas y las citas que éstas reciben⁴. A ellos suma otros indicadores complementarios, como los indicadores sintéticos (que analizaremos más adelante) y los tecnométricos, que proporcionan información sobre el contenido tecnológico de los productos, teniendo en cuenta aspectos como su impacto sobre la calidad de vida de la población, la facilidad de utilización de la tecnología en cuestión, los diversos procesos de formación en el trabajo requeridos por parte de la mano de obra que los fabrica, etc. (véase, por ejemplo, [18]). Según Grupp (1998) [14], la actividad innovadora puede ser aproximada por medio de tres indicadores principales: 1) Los indicadores de los recursos que se dedican a las actividades de I+D (por ejemplo, el presupuesto en investigación, o el número de científicos contratados de que dispone una empresa, una industria o un país); 2) los de resultados obtenidos de ese esfuerzo, como por ejemplo el número de patentes que se le han otorgado; 3) los indicadores de progreso (como el número de nuevos productos colocados en el mercado, el éxito comercial de éstos, etc.). La selección más adecuada de los indicadores que deben usarse en el estudio del cambio tecnológico depende, muchas veces, del tipo de industria que se analice.

3.1. Indicadores de recursos. Dada su importancia en la literatura económica y las estadísticas de cambio tecnológico, en los párrafos que siguen nos centraremos fundamentalmente en los gastos en I+D, aunque enumeraremos también brevemente otros indicadores de recursos. Entre los documentos internacionales referentes a las actividades de I+D resulta clave el Manual de Frascati de la OCDE [19], que señala las dos vertientes fundamentales que integran esta actividad: la creación de nuevos conocimientos y las nuevas aplicaciones prácticas del conocimiento. La I+D, según el Manual, comprende tres áreas: la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental. El Manual excluye la educación y la formación profesional del recuento de las actividades de I+D, aunque como vere-

mos más adelante, ambas constituyan elementos fundamentales del cambio tecnológico, recogidas en los índices compuestos que miden el capital innovador de la empresa o el liderazgo tecnológico de las naciones. Volveremos a los aspectos relacionados con el capital humano al final de este artículo.

En la literatura económica reciente, siguiendo los hallazgos de Cohen y Levinthal (1989) [20] sobre la innovación en la empresa británica, se entiende que los gastos de I+D de una compañía no sólo reflejan los recursos con los que ella cuenta para lanzar nuevos productos y procesos, sino que también miden su capacidad de absorber nuevos conocimientos procedentes de otras empresas y de instituciones, como los centros públicos de investigación y las Universidades. En palabras de dichos autores, la I+D tiene, en realidad, "dos caras".

Se considera que, como medida de la actividad tecnológica, este indicador puede resultar más apropiado para las tecnologías basadas en la ciencia que para las fundamentadas en la producción y en la información. En general, se observa que el presupuesto de I+D es una medida que infravalora las actividades tecnológicas relacionadas con la producción porque obvia que gran parte del cambio técnico se genera alrededor de actividades cuyos gastos se incluyen en las partidas contables de diseño y de ingeniería y no en las de investigación [21, 22]. La I+D tampoco es un buen indicador cuando, en una determinada industria, existe una alta proporción de PYMES (pequeñas y medianas empresas), como sucede en la mayoría de las industrias españolas, puesto que muchas de estas compañías no tienen una cuenta contable propia para las actividades de investigación, aunque las realicen en la propia planta industrial, sin contar para ello con un departamento de I+D específico. En el caso de los servicios, también de extrema importancia para el caso español, dada la orientación terciaria de nuestra economía, hay que tener en cuenta que este sector tiene una menor dependencia de la I+D interna y un mayor protagonismo de las innovaciones no tecnológicas (innovaciones en organización y marketing) [23]. La utilización del volumen de I+D para medir la innovación en una economía basada en los servicios también puede introducir sesgos en el análisis de la actividad innovadora. El cuadro 2 recoge datos sobre el gasto en actividades innovadoras de empresas industriales y de servicios que funcionaban en España en 2006. Como se puede observar en el cuadro, las grandes empresas industriales dedican, en su conjunto, más recursos a las actividades innovadoras que las empresas pequeñas del mismo sector, aunque el análisis de la distribución porcentual muestre que las de menor tamaño dedican una mayor proporción de dichos recursos a la I+D interna. Las empresas de servicios de más de 250 empleados destinan una menor proporción del gasto en actividades innovadoras a la I+D interna que las industriales, con

⁴ Estos indicadores son proporcionados por el Science Citation Index (SCI), que comprende publicaciones y citas procedentes de 170 países y de unos 105 campos científicos. El SCI depende del Institute for Scientific Information (ISI), creado en los años cincuenta del siglo pasado



independencia de su tamaño, lo que parece confirmar que aquellas basan en menor medida su actividad innovadora en la I+D interna. No ocurre lo mismo con las empresas de servicios de menos de 250 trabajadores, que destinan una elevada proporción del gasto a la I+D interna (51,93%), la mayor de la muestra. En cambio, las empresas de servicios de gran tamaño destinan una gran parte del gasto a la adquisición de maquinaria, equipos y software de modo que su la fuente de cambio tecnológico procede, en buena medida, de las industrias proveedoras de equipamiento y "software". Estos datos proporcionan una pauta, dada la incidencia de los servicios en la economía, de la procedencia del cambio tecnológico que surge, en buena medida, de las empresas proveedoras de equipamiento para los servicios y de "software".

Las políticas tecnológicas e industriales con frecuencia utilizan otro indicador, la intensidad de la innovación (Gastos de I+D/PIB o Gastos de I+D /Valor de la producción de la empresa o de la industria), para fijar objetivos nacionales o supra-nacionales de cambio tecnológico. Así, por ejemplo, la UE se ha propuesto alcanzar un cociente de I+D/PIB del 3%. Smith (2005) [16] observa, sin embargo, que los valores del ratio I+D/PIB dependen, en buena medida, de la composición de la producción de cada país. Las necesidades de las diversas industrias difieren, como sugieren sus diferentes cocientes medios

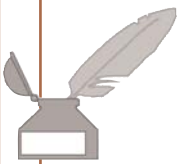
de Gastos en I+D/Valor de la producción. Un país cuyo sector manufacturero conste de un importante componente en términos de industrias de alta tecnología, como la electrónica, exhibirá un ratio mucho mayor que otro, como España, cuyas relevantes industrias tradicionales (alimentos, calzado, etc.) requieran inversiones de menor cuantía en ese capítulo. Tampoco existe una "regla de oro" única para establecer la magnitud deseable de la inversión pública en investigación básica. Un modelo teórico, por ejemplo, estima que dicha inversión debe ser mayor a mayor importancia de los sectores de alta tecnología del y a mayor apertura de dicha economía, ya que la inversión pública contribuiría de este modo a evitar la penetración de empresas multinacionales competidoras en sectores tecnológicamente punteros del país de acogida [24].

Otros indicadores de los recursos utilizados en el proceso innovador son las estadísticas de personal que efectúa I+D, en cuyo caso se suele estimar la dedicación plena puesto que, frecuentemente, además de las personas que se consagran a dicha actividad en régimen de tiempo completo, otros miembros de la plantilla dedican a la misma una parte de su tiempo. Si, por ejemplo, tres personas se dedican a realizar actividades de I+D a tiempo completo, mientras otra asigna a las mismas sólo un 30% de su tiempo, se estima que la dedicación plena del personal de esa empresa a las actividades de I+D sería

Cuadro 2: Gasto total en actividades innovadoras en miles de euros y su distribución porcentual.

	Menos de 250 empleados	250 y más empleados
Total Industria		
Gastos totales en 2007 (miles de euros)	3.757.803	4.840.472
<i>Distribución de los gastos</i>		
I+D interna	41,2	40,91
Adquisición de I+D (I+D externa)	11,03	20,16
Adquisición de maquinaria, equipos y software	38,92	19,43
Adquisición de otros conocimientos externos	0,49	11,71
Formación	0,53	0,44
Introducción de innovaciones en el mercado	5,12	4,21
Diseño, otros preparativos para producción y/o distribución	2,71	3,14
Total Servicios		
Gastos totales en 2007 (miles de euros)	3.703.052	5.032.306
<i>Distribución de los gastos</i>		
I+D interna	51,93	26,4
Adquisición de I+D (I+D externa)	15,2	14,36
Adquisición de maquinaria, equipos y software	21,85	45,35
Adquisición de otros conocimientos externos	2,47	4,77
Formación	1,17	1,03
Introducción de innovaciones en el mercado	5,54	4,22
Diseño, otros preparativos para producción y/o distribución	1,85	3,87

Fuente: Instituto Nacional de Estadística [36]



un total de 3,3. Finalmente, los datos de subsidios proporcionados para la realización de este tipo de actividades, la adopción por parte de las empresas de bienes de capital que incorporan tecnologías avanzadas y otros indicadores también reflejan los recursos utilizados por la empresa [14].

Un aspecto que debe tenerse en cuenta al medir las actividades de I+D en su dimensión macroeconómica es el origen de los recursos ya que la financiación puede proceder de las empresas o del gobierno. Aunque — como veremos más adelante — existan excepciones, en general los fondos que dedican las empresas son de mayor cuantía y se invierten en actividades de investigación y desarrollo orientadas al mercado. De acuerdo a los datos del INE, en 2007 el 55,9% del gasto en I+D de la economía española corre a cargo del sector privado y el sector público sólo representa el 17,6% (estos datos no recogen el gasto en enseñanza). Para el caso español y de acuerdo con la Encuesta IAIF-CDTI, cada empresa dedica en promedio el 5,9 % de sus ventas a la I+D y emplea en esa actividad al 29,3% del personal [7], aunque estos datos sobrevalúan la importancia de dicha inversión en la empresa media española, al tratarse de una muestra de empresas innovadoras. Cuando tenemos en cuenta el total de empresas, tal y como se recoge en las estadísticas del INE, observamos que el porcentaje de recursos dedicados a la I+D en función de la cifra de negocios de la empresa es en media de 0,89%, aunque si tenemos en cuenta sólo las actividades industriales esta cifra asciende al 1%. Los fondos públicos se invierten, por lo regular, en investigación básica y soporte técnico para la provisión de bienes públicos. Además, el 10% de la I+D empresarial es financiada por el gobierno español; mientras que la industria sólo financia el 7,5% del gasto de I+D que realizan las universidades (OECD 2007). Una importante aportación hecha por Pavitt (1993) [26] en su artículo “*What do firms learn from basic research?*” muestra que la contribución hecha por la ciencia básica, en la industria estadounidense, es indirecta y que se da principalmente en forma de la contratación de jóvenes científicos y tecnólogos con mayores conocimientos y habilidades. En España, la participación privada en el proceso innovador es muy inferior a la media de los países de la UE. Además, del total de fondos que aportan las empresas para financiar la I+D, cerca de la mitad procede de filiales de empresas multinacionales que están establecidas en España [27], especialmente en industrias tales como la aeronáutica, la farmacéutica y las tecnologías de la información. En España, las Universidades efectúan un 29,5% de la inversión total y el sector público el 16%. Estos patrones de financiación se han mostrado bastante estables a lo largo del tiempo en la mayoría de los países industrializados [25].

Los indicadores de recursos pueden subdividirse mediante diversas clasificaciones, mostrando otras distinciones importantes que suele realizar la literatura económica. Cuando una empresa decide invertir en innova-

ción se encuentra ante la disyuntiva de invertir intramuros para generar sus propias innovaciones o de comprar a terceros la tecnología que necesita. Con datos de la Encuesta IAIF-CDTI, Buesa y Molero (1998) [7] evidencian que las empresas establecidas en España generan, por sí mismas, una gran parte de las tecnologías que ellas necesitan y que dichas compañías dependen en escasa medida de las adquisiciones tecnológicas. En otras palabras, también en España las empresas valoran la I+D interna como la actividad más relevante para la generación de tecnología. Beneito (2002) [28] observa que, para una muestra de 1.488 empresas manufactureras establecidas en nuestro país, el gasto de I+D interno constituye el más importante de los gastos que realizan en innovación. Estos datos son confirmados por la información más actualizada que presentamos en el cuadro 2. No obstante, como observan Molero y García (2008) [8], el Informe de Innovación Española del año 2006 muestra que las empresas dan mucha importancia a las fuentes externas de conocimiento, aunque entre éstas valoren en una menor medida a las fuentes institucionales, como las Universidades.

Para concluir, pese a los ya señalados inconvenientes de las estadísticas de I+D para la medición del cambio tecnológico, pueden señalarse algunas ventajas evidentes de esos indicadores, como el estar disponibles para largas series históricas, ser susceptibles de comparación entre diferentes países (además de los de la OCDE, muchos otros países se han inspirado en el Manual de Frascati) y ofrecer, para muchos de ellos, detalladas subclasificaciones que permiten analizar a fondo este fenómeno [16].

3.2 Indicadores de resultados. Como ya se indicó, la actividad innovadora suele medirse también a través de sus resultados. Según la definición de Grupp (1998) [14], la patente es un concepto legal que confiere al detentor el derecho exclusivo de explotar determinados conocimientos tecnológicos por un período específico de tiempo. La patente, según este autor, debe reunir ciertas características, como la novedad, calidad y aplicabilidad comercial del invento. El sistema de patentes, además de ser un método que utilizan los inventores para proteger sus inventos, tiene validez para analizar la actividad innovadora de países, instituciones y empresas. “*Estimar el valor de las patentes, analizar sus determinantes y construir indicadores ponderados por su valor es una de las líneas de investigación más importantes de los estudios en economías de la innovación*” [29, p. 7]. A primera vista, las patentes pueden parecer una medida más adecuada de la actividad tecnológica ya que se centran en la producción innovadora y no en los recursos dedicados a ésta. Además, representan innovaciones con impacto comercial y permiten, por tanto, el estudio de la dimensión competitiva del cambio técnico. Otra ventaja radica en que las estadísticas de patentes están disponibles para largos períodos de tiempo, por lo que permiten



efectuar análisis longitudinales de la innovación. No obstante, las patentes también presentan algunos inconvenientes como instrumento de medición. Un estudio de la oficina Europea de Patentes (EPO) que investiga los métodos que utilizan las empresas europeas para proteger sus innovaciones encontró que el 84% patentan sus innovaciones de producto y el 71% las de proceso, lo que señala que no todas las compañías patentan sus innovaciones, aunque lo haga la mayoría de ellas. Otra desventaja de las patentes como instrumento de medición de la actividad innovadora es que no todos los inventos son patentables. Por ejemplo, según el Convenio sobre la Patente Europea firmado por España en 1986, no todos los programas de ordenador son patentables⁵ – lo que supone una diferencia importante entre el sistema europeo y el estadounidense [29] –. Además, como las patentes son documentos públicos, las empresas pueden preferir el secreto industrial (en vez de la patente) para proteger a algunos de sus descubrimientos, aunque los estudios empíricos muestran que la mayoría de los inventos son patentados [13] del mismo modo que, como hemos visto, la mayoría de las empresas tienden a solicitar alguna patente. Asimismo las empresas exhiben diferente propensión a patentar en su mercado doméstico o en el internacional. En este sentido, la mayoría de los estudios considera que las patentes para las que el solicitante pide protección legal más allá de su lugar de residencia suelen ser de mayor valor que el resto de estos instrumentos legales puesto que la empresa innovadora sólo incurrirá en los costes adicionales de una patente extranjera o internacional si espera obtener de ella un beneficio superior a los costes adicionales vinculados a esa decisión [29]. El cuadro 3 muestra el número de solicitudes y concesiones de patentes con efectos en España para el año 2007.

Otro inconveniente del uso de la patente como instrumento de medición surge porque no todos los inventos patentados se convierten finalmente en innovaciones, es decir que no todos llegan al mercado. El estudio de EPO encontró que sólo el 47% de las empresas europeas comercializan o licencian más del 90% de sus inventos patentados. Otro problema que debe ser tenido en cuenta cuando se estudia este tipo de estadística es que la patente surge al comienzo del proceso innovador, por lo que es una mala medida, por ejemplo, de las actividades de desarrollo de producto que lleva a cabo una empresa o industria [21]. Además, existen variaciones persistentes tanto entre sectores como entre países en cuanto a la productividad de la I+D (medida por el número de patentes otorgadas/unidad de I+D gastada). La productividad de la I+D en términos de invenciones obtenidas dependerá de muchas variables, como los recursos que destine

Cuadro 3: Patentes con efectos en España

2007	
SOLICITUDES	
Total	223.161
Vía Nacional (Directas)	3.439
Vía Europea (Directas y Euro-PCT)	219.629
PCT que entran en fase nacional	93
CONCESIONES	
Total	21.823
Vía Nacional (Directas)	2.603
Vía Europea (Directas y Euro-PCT)	19.156
PCT que entran en fase nacional	64

Notas:

Vía Nacional directa: Son las solicitudes presentadas directamente en la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).

Vía Europea directa: Son las solicitudes presentadas directamente en la Oficina Europea de Patentes (OEP) y que designan a España.

Vía Euro-PCT: Son las solicitudes presentadas directamente en la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) y que designan a España a través de una patente europea (PCT - Tratado de Cooperación en materia de Patentes).

Vía PCT que entran en Fase Nacional: Son las solicitudes PCT que en su día designaron a España directamente en la OMPI y han iniciado el procedimiento ante la OEPM, en el año de las estadísticas.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística [37]

un país a dichas actividades, sus políticas de educación, ciencia y tecnología, etc. [29]. Otro aspecto a tener en cuenta cuando se analizan estadísticas de patentes es, como demuestra un clásico estudio sobre los EEUU, que existen grandes diferencias intersectoriales respecto a la propensión a patentar de las empresas [30], lo que dificulta la realización de estudios comparativos de la actividad innovadora de diversas industrias. Mientras algunas, como la farmacéutica, propenden a patentar mucho, otras patentan relativamente poco, como puede ser el caso de la industria alimentaria y de bebidas, protegiendo sus innovaciones de sus competidores a través de métodos como el secreto industrial (como ocurre en el célebre ejemplo de la fórmula secreta de la *Coca-Cola*). Por otro lado, existen diferencias entre países en la forma

⁵ Son patentables los programas de ordenador que se usan para controlar determinada maquinaria pero lo son en mucha menor medida los programas de "software" utilizados por los usuarios.



de los procedimientos legales y en los criterios para obtener patentes, lo que empobrece las comparaciones internacionales. La literatura económica ha obviado este último inconveniente estudiando las patentes extranjeras otorgadas en un mismo país, aunque ello implique perder para el análisis comparativo a las patentes del país seleccionado (que, por definición, no son patentes extranjeras sino domésticas al ser concedidas en el país de residencia del solicitante) [31]. Pero, aunque se trate de un indicador imperfecto, las patentes tienen múltiples usos en la literatura económica del cambio tecnológico. Un ejemplo interesante es su utilización en los estudios comparativos internacionales de la actividad innovadora. El análisis "per cápita" de las patentes otorgadas, por ejemplo, muestra que España presenta una gran distancia de las actividades innovadoras por habitante respecto al promedio de la UE. En el año 2000 el número de patentes por habitante era en España de 21, mientras que la media europea ascendía a 139 ese mismo año [27]. Según los datos de la Encuesta IAIF-CDTI las empresas radicadas en España obtienen, por término medio, una patente cada año y nueve meses; un modelo de utilidad cada cinco años y un trimestre y una marca cada año y tres meses [7]⁶. Si nos centramos en las patentes triádicas, como se verá de mayor valor, España contaba, en 2005, con tan sólo cinco familias⁷ triádicas, mientras que la media de la OCDE ascendía a 43 [29].

Además de ser útiles en las comparaciones internacionales de la actividad innovadora, las patentes también se utilizan para construir diversos índices que se analizan posteriormente en estudios de la estructura del mercado (monopolio), procesos de aprendizaje, ventajas competitivas, especialización tecnológica de los países, etc. El índice RTA (Revealed Technological Advantage), por ejemplo, es actualmente muy utilizado para medir la especialización internacional de los países. Un estudio sobre la innovación en la agricultura, la industria alimentaria y sus industrias auxiliares en la UE-15 muestra, por ejemplo, que España está muy especializada en la tecnología utilizada para producir equipamiento para la industria alimentaria, con un índice de 7.41 (versus 1.10 en el conjunto de Europa Occidental), mientras que está por debajo de la media en cuanto a la especialización en tecnologías para la fabricación de maquinaria agrícola [32].

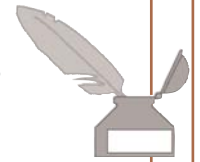
Como comentábamos anteriormente, las patentes distan de ser un indicador perfecto porque pueden diferir mucho entre sí en cuanto a los rendimientos

económicos que derivan al ser ciertas patentes más valiosas que otras en función de los rendimientos económicos que generan en el mercado. Algunos economistas opinan que esa es la verdadera debilidad de las patentes como medida del output científico [33].

Existen varias formas de aproximar el valor de una patente, su calidad o su impacto. Un estudio reciente observa que, en la literatura económica, existen tres tipos de indicadores del valor de las patentes [28]. Primero, se señalan los indicadores proporcionados directamente por el mercado, como las estimaciones basadas en el valor de la empresa a la que se le ha otorgado la patente. Por ejemplo, Austin (1993) [34] estudia el efecto de la obtención de una patente sobre la cotización bursátil de la empresa innovadora. El aumento del valor de la firma tras la introducción de la patente proporciona una aproximación del valor económico de dicho activo intangible. Ese autor analiza 565 patentes de las 20 mayores empresas biotecnológicas estadounidenses (datos obtenidos del CAS-SIS CD-ROM, en el que constan las patentes estadounidenses desde 1969); además es capaz de asociar 121 de estas patentes a productos introducidos en el mercado. Austin encuentra que las patentes identificadas con productos finales poseen, por lo general, un mayor valor que la patente media, es decir la patente relacionada con procesos intermedios que, en cambio, no genera un aumento en la cotización bursátil de la compañía que realizó el invento. Ello no significa que estas patentes carezcan de valor pues, como Austin observa, muchas de ellas son necesarias para la producción de bienes finales. Además, encuentra que las patentes que son anunciadas en la prensa resultan mejor valoradas por el mercado de valores que las que no lo son, observando, además, que la obtención de una patente de producto por parte de un innovador puede afectar negativamente a la cotización de las empresas rivales. El segundo grupo de indicadores recogidos por la literatura económica se refiere a los indicadores indirectos o bibliográficos [29], como el método de ponderar las patentes en función del número de citas que han recibido en otras patentes. Es asumible que las patentes más citadas son aquellas de mayor valor económico, aunque este indicador parece más adecuado para medir el impacto tecnológico de la patente que su verdadero valor comercial. Aunque no todas las opiniones sean coincidentes, se ha argumentado que si una patente es citada con gran frecuencia ello significa que el invento que protege ha ido más allá del "esta-

⁶ La muestra que utilizan estos autores consta sólo de empresas innovadoras, de modo que la empresa española media presenta, en realidad, una propensión a patentar mucho menor.

⁷ Las familias incluyen la solicitud original y sus duplicados en otros países donde el solicitante busca protección legal. Cuando la familia es numerosa, la literatura económica entiende que la patente es de mayor valor [14].



do del arte" en una determinada disciplina y que tendrá, por lo tanto, mayor interés técnico y económico ya que, al menos en teoría, posibilita la expansión de un determinado mercado) [14]. Esta interpretación apunta a otro problema metodológico que consiste en la equiparación de las categorías tecnológicas, como los campos técnicos de las patentes, con clasificaciones industriales como la SIC (Standard Industrial Classification de las Naciones Unidas) o el EUROS-TAT. No siempre se equiparan fácilmente ambos ámbitos de análisis y la literatura económica aún debate un problema de "concordancia" entre industrias y tecnologías.

Para obtener una idea sobre el valor económico de la patente también se tiene en cuenta el número de años y los costes en los que incurre el beneficiario de la patente para mantener sus derechos. También podemos obtener información sobre el área geográfica de explotación del invento, observando en qué países se extiende la patente. Por ejemplo, la literatura económica considera que las patentes triádicas, es decir aquellas para las que se solicita protección en la Oficina de Patentes y Marcas de los EEUU (USPTO), la Oficina de Europea de Patentes (EPO) y la oficina de Patentes del Japón (JPO), son económicamente más valiosas que otras ya que se presume han justificado los gastos de solicitud en la Tríada por el beneficio comercial esperado por el inventor, además de reflejar las expectativas de este último de comercializar la innovación en los tres mercados de mayor poder adquisitivo del mundo [29]. Finalmente, existen indicadores indirectos subjetivos del valor de la patente [29].

3.3. Indicadores de progreso. Aunque los indicadores de progreso son numerosísimos, aquí nos limitaremos a presentar solamente aquellos que tienen mayor difusión en la literatura económica. Uno de los más utilizados consiste en el recuento de innovaciones, dato que se obtiene directamente encuestando a las empresas, aunque actualmente existe un consenso de que este indicador debe interpretarse con la mayor cautela porque puede estar afectado por la subjetividad del encuestado [14]. El principal problema de este indicador es la unidad de análisis ya que, en dichos recuentos, es imposible distinguir entre innovaciones importantes y meras mejoras del producto o proceso industrial. Algo menos subjetivo resulta el análisis que suelen efectuar algunos autores basándose en los avisos de nuevos productos que aparecen en los periódicos especializados o en la prensa publicada por diversas asociaciones industriales. Otra medida que está empezando a ser utilizar recientemente son las marcas comerciales que posee cada empresa. Las patentes o el gasto en I+D informan más sobre la invención que sobre la innovación,

es decir, proporcionan escasa información acerca del impacto comercial de los inventos. Las marcas constituyen uno de los activos más importantes de las empresas, ya que les permiten obtener una base de consumidores fieles, jugando un papel fundamental en la comercialización de nuevos productos y constituyendo un medio para apropiarse de los beneficios de la innovación. Diversos estudios han encontrado una correlación positiva entre la actividad innovadora (medida con distintas variables tales como los gastos de I+D de la empresa, el número patentes que le han concedido, el número de productos lanzados al mercado, etc.) y el número de marcas que tiene la compañía [35]. Otra medida de progreso consiste en el porcentaje de las ventas totales de la empresa que es atribuible a ventas de nuevos productos. En los análisis macroeconómicos se estudia, además, la productividad de los factores, el empleo vinculado a sectores de alta tecnología y aspectos vinculados al comercio exterior.

La balanza de pagos tecnológica (BPT) es otra forma de medir la actividad innovadora, en este caso de los países, ya que nos permite analizar sus flujos tecnológicos. Esta balanza mide las transacciones entre empresas y sectores de diferentes naciones. La principal característica de la BPT es que sólo recoge transferencias que se realizan con un objetivo comercial y, por tanto, excluye todos los inventos no comerciables y la actividad innovadora como tal. El tipo de producto que es comercializado informa sobre el tipo de tecnología que se transfiere, el tipo de actividad de la empresa que adquiere el producto da cuenta del sector de utilización de dicha tecnología y el tipo de empresa vendedora informa del sector productor de la tecnología. Esta información permite estudiar de una forma precisa las relaciones de interdependencia tecnológica que existen entre los diversos sectores y las diversas economías nacionales, así como la relación productor-usuario de determinada tecnología. La principal ventaja de la BPT es que proporciona datos en términos monetarios indicando, por tanto, la relevancia económica de cada transacción tecnológica. Sin embargo, no informa en absoluto sobre la actividad innovadora en sí y, además, excluye a todas las tecnologías que no son objeto de intercambios comerciales como, por ejemplo, la tecnología que una empresa produce para su propio uso interno. En el cuadro 4 encontramos el saldo comercial (exportaciones-importaciones) de España en materia de productos de alta tecnología por países de destino para el año 2007, lo que permite tener una idea aproximada de cuales son las principales carencias y ventajas de los sectores altamente innovadores en nuestro país. Como se puede observar en el cuadro, España es deficitaria con la UE-15 en todos los productos intensivos en I+D, excepto armas y productos mecánicos.

Cuadro 4: Valor del saldo comercial español de productos de alta tecnología por países de destino y grupos de productos (en miles de ?)

	Armas	Aeronáutica	Equipo informático	Material electrónico	Fármacos	Instrument. científicos	Maquinaria	Productos químicos	Equipo mecánico
Total UE-15	-48.086	-762.677	-3.070.799	-4.499.373	-1.038.689	-1.225.113	-317.893	-358.587	101.871
Alemania	-10.377	-26.233	-848.648	-2.174.045	-189.821	-472.015	-93.740	-111.865	-41.417
Austria	-991	467	-28.198	-94.974	71.211	-26.352	-5.557	-5.020	-6.587
Bélgica	-3.886	-5.867	-75.521	-31.582	-178.960	-51.351	-1.252	-44.769	1.584
Dinamarca	9.242	-18.201	-20.226	-32.951	-61.163	-50.936	-2.512	-2.074	-1.208
Finlandia	1.469	35.993	-5.126	-334.626	-1.006	-4.122	-5.866	843	11.211
Francia	-38.709	-693.696	-301.510	-272.618	-254.003	-99.521	-30.133	19.566	201.552
Grecia	1.493	1.844	1.825	12.015	16.627	2.712	3.056	11.781	-257
Irlanda	5.991	-2.348	-454.945	-215.382	-70.752	-59.291	-44.302	1.565	817
Italia	-31.154	-20.671	-93.669	-55.886	-67.196	-132.783	-38.203	17.182	-51.845
Luxemburgo	9	-5.890	-110.671	-23.095	-4.381	-493	94	-500	-562
Países Bajos	5.288	-16.587	-1.124.353	-708.532	-13.112	-294.513	-49.388	-34.925	-6.272
Portugal	4.281	98.853	274.687	183.709	14.844	89.643	-962	23.331	11.555
Reino Unido	9.367	-107.302	-223.140	-406.762	-269.348	-84.943	-45.954	-233.725	37
Suecia	-109	-3.039	-61.304	-344.644	-31.629	-41.148	-3.174	23	-16.737
EEUU	34.652	-521.124	-213.550	-315.338	-348.867	-382.929	-13.672	-22.913	-65.423
Japón	132	-6.719	-210.039	-521.993	-25.596	-98.457	-28.169	-4.285	-41.429
Resto del Mundo	31.887	-5.931	-1.960.209	-3.332.478	-171.030	-135.249	-146.178	50.032	100.147
Total	18.585	-1.296.451	-5.454.597	-8.669.182	-1.584.182	-1.841.748	-505.912	-335.753	95.166

Fuente: Instituto Nacional de Estadística [40]

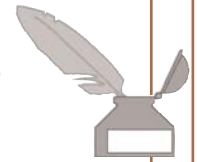
3.4. Otros indicadores. Como hemos visto, las estadísticas que se basan en las actividades de I+D, patentes e intercambios comerciales no recogen buena parte de las tareas vinculadas a la innovación en la empresa, actividades que puede tener lugar, por ejemplo, en la propia planta industrial (no en un departamento de I+D específico). Un aspecto, como hemos visto, soslayado por algunos estudios y fuentes estadísticas sobre el cambio tecnológico, se refiere a la educación y la formación de personal⁸. Esta limitación de los indicadores ha llevado a algunos estudiosos del tema a la utilización de mediciones más complejas que combinan diversos indicadores de la innovación, introduciendo esos importantísimos aspectos del cambio tecnológico. Un ejemplo microeconómico de estas mediciones complejas podría ser el *capital intelectual* de una empresa, que se calcula como la suma del valor de los activos acumulados en I+D (en muchas ocasiones se tiene en cuenta la posible depreciación de estos activos), el marketing, el software y el nivel de formación de los trabajadores [9]. Estas categorías tienen una relación directa con el conocimiento acumulado que posee una empresa, que en parte es codificado y fácilmente accesible para otros agentes eco-

nómicos (por ejemplo, a través de la lectura de una patente o una publicación técnica) y que, en parte, es tácito y está incorporado en la fuerza de trabajo y en la compañía en sí como "know how". El capital intelectual da forma y añade valor a la producción industrial mediante la diferenciación de los productos⁹. Usualmente, el valor del capital intelectual se calcula mediante encuestas que se realizan a las empresas, siendo un indicador que permite relacionar el acervo de conocimientos de las mismas con su desempeño económico. Por ejemplo, en una encuesta realizada a 150 sociedades de ingeniería suecas, Braunerhjelm (1997) [9] demuestra que esta compleja medida de la actividad tecnológica se relaciona positiva y significativamente con los rendimientos económicos que obtienen las empresas.

En este capítulo de los indicadores compuestos resultan de particular interés los que se construyen para la realización de análisis macroeconómicos de la innovación pues permiten la preparación de "rankings" de países. EUROSTAT elabora el European Innovation Scoreboard, creando el Índice Sintético de Innovación (SII), que incluye 25 indicadores agrupados en 5 subcampos generadores de innovaciones:

⁸ El Community Innovation Survey de la Unión Europea contiene un capítulo referente a la formación en el trabajo, aunque sólo considera la que está específicamente vinculada al entrenamiento del trabajador requerido para la puesta en marcha de determinada tecnología (por ejemplo, la capacitación que necesita un trabajador para utilizar un equipo de CAD/CAM).

⁹ La diferenciación de producto es una estrategia basada en la creación de una percepción del producto, por parte del consumidor, que lo diferencie claramente de los de la competencia, ya sea mediante marketing o por la alteración físico-técnica de alguno de sus elementos. El aislamiento de las presiones competitivas, como consecuencia de la diferenciación, permite a las empresas obtener un mayor rendimiento económico.



- **Facilitadores de la innovación:** Incluye variables que miden el nivel de estudios de la población y nivel de penetración de la banda ancha.
- **Creación de conocimiento:** Recoge el gasto público y el privado en I+D como porcentaje del PIB (producto Interno Bruto), el gasto en I+D en sectores de media y alta tecnología en relación al gasto en I+D de toda la industria manufacturera y el porcentaje de establecimientos que han utilizado financiación pública para financiar sus proyectos de innovación.
- **Innovación y aprendizaje:** Hace referencia al porcentaje de empresas que efectúan innovación interna individualmente y el porcentaje de las que lo hacen a través de la cooperación, tanto de empresas intensivas en innovación como las que no.
- **Aplicaciones:** Se incluye el porcentaje de la población ocupada en alta tecnología en el sector servicios, el porcentaje de exportaciones tecnológicas en función de las exportaciones totales, el porcentaje de la venta de nuevos productos en relación a las ventas totales de las empresas.
- **Propiedad intelectual:** Se incluye el número de patentes, de marcas y de diseños registrados por millón de habitantes.

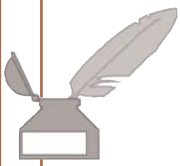
Como puede observarse, estos indicadores introducen y miden facetas decisivas del cambio tecnológico, aunque escasamente contemplados en otros indicadores, como la educación, la formación profesional y los diversos mecanismos de cooperación tecnológica que ponen en práctica las empresas.

Gracias al SII, actualmente es posible tener un conocimiento más preciso de la situación innovadora de los países europeos. España, por ejemplo, está claramente por debajo de la media de la Unión Europea (UE) en lo referente a este indicador. El SII español ocupa el puesto 25, dentro del grupo de 37 países de la OCDE que recoge el European Innovation Scoreboard. El valor de este índice para España es de 0.31, mientras que la media de la UE es de 0.45. En el único subcampo en el que España iguala a la media europea es en el de facilitadores de la innovación, que mide principalmente el nivel de estudios de la población. Se observa un peor funcionamiento en los aspectos relacionados con la empresarialidad, la creación de conocimiento, así como en la participación de las compañías privadas en la financiación global de la I+D [8]. El crecimiento del SII español también está por debajo del crecimiento medio europeo, aunque no ocurre lo mismo con el gasto en I+D. Los últimos datos recogidos por COTEC (Fundación para la Innovación Tecnológica) en su Informe 2007 sobre "Tecnología e Innovación" muestran que se mantiene el proceso de convergencia con los principales países de nuestro entorno con un crecimiento del 14% (9% el año anterior) del gasto total en I+D, que sitúa el esfuerzo español en el 1,13% del PIB, frente al 1,8% de la UE-25

y el 2,26% de los países de la OCDE. Este incremento del gasto, al igual que en otros países, ha sido impulsado por la expansión de la I+D en el sector servicios [25]. Desagregando la información por sectores, se observa que el distanciamiento del SII español respecto a la media europea es más acentuado en los sectores de mayor contenido tecnológico (equipo eléctrico y óptico, tecnologías de la información y el conocimiento, maquinaria y aparatos eléctricos, química, etc.), aunque también exista cierta distancia en sectores tradicionales, como el textil y la alimentación. Estos indicadores permiten deducir que las carencias innovadoras están francamente extendidas por el conjunto de la economía española, lo que sugeriría, en la opinión de algunos autores, que se trata de un problema estructural [23]. Estos datos también muestran que los índices que miden, en España, los recursos dedicados a la innovación están más próximos al promedio europeo que los que miden los resultados obtenidos, lo que indica una mala organización del proceso innovador en nuestro país y, posiblemente, una ineficiente absorción de personal científico y técnico de alto nivel.

Para realizar comparaciones internacionales sobre la capacidad tecnológica de diversos países, Archibugi y Coco (2004) [36] proponen el índice ArCo. Este índice se basa en indicadores de la creación de nueva tecnología (patentes, artículos científicos, etc.), de la disponibilidad nacional de infraestructuras tecnológicas (Internet, telefonía y electricidad) y de las habilidades de la fuerza de trabajo (años de estudios, etc). Estos tres componentes juegan un papel comparativo en la generación de capacidades tecnológicas de cada economía. Archibugi y Coco estiman este índice para un total de 162 países, lo que les permite clasificarlos en cuatro grupos:

- **Líderes:** grupo que se encuentra liderado por los países nórdicos europeos (Suecia, Dinamarca, Finlandia, Noruega) que poseen un elevado nivel educativo e importantes infraestructuras tecnológicas. En este grupo, destaca el crecimiento de los famosos Tigres Asiáticos (Corea del Sur, Taiwán, Singapur, Hong Kong), que presentan una extraordinaria mejora en la creación de nueva tecnología. EEUU y Canadá se encuentran en la posición quinta y sexta, respectivamente, aunque están perdiendo posiciones. Japón ocupa la posición número ocho, gracias a la generación de nueva tecnología y a las infraestructuras pero, hasta cierto punto, obtiene peores resultados en lo que se refiere a las habilidades de su fuerza de trabajo. Los países de Europa Occidental, presentan una desaceleración, excepto Suiza que se encuentra en la tercera posición. España, que se encontraba en un grupo tecnológicamente inferior, ocupa ahora el último lugar de este grupo, gracias a las posiciones que ha escalado en los últimos años. Israel ocupa el cuarto lugar y Australia y Nueva Zelanda el décimo y el decimosexto respectivamente.



- **Líderes Potenciales:** Se incluyen los países que han invertido en educación e infraestructuras, pero que han conseguido innovar relativamente poco. En este grupo se encuentran, entre otros, los países del este de Europa, Grecia, Portugal, Argentina, Uruguay, Chile, Emiratos Árabes Unidos, Kuwait...

- **Rezagados:** Se encuentran los países de Centro y Sur América. Estos países han desarrollado algunas infraestructuras tecnológicas, pero la mejora no ha ido acompañada de mayores niveles educativos. Otros países que se encuentran en este grupo son: Malasia, Tailandia, China (aunque muestra un extraordinario crecimiento, excepto en educación), India, Líbano, Arabia Saudí, Sudáfrica, Túnez, Argelia y Egipto.

- **Marginales:** Está compuesto por países que no tienen acceso masivo incluso a tecnologías altamente difundidas mundialmente, como la electricidad o el teléfono. Estos países prácticamente no presentan generación de nueva tecnología y son deficientes en educación e infraestructuras tecnológicas. La mayoría de los estados africanos se encuentran incluidos en este grupo.

Una vez más, este indicador destaca la importancia de la educación que, en buena medida, es responsable del

liderazgo tecnológico de los países nórdicos.

4. CONCLUSIONES

Las estadísticas y estudios sobre cambio tecnológico desde una perspectiva económica clasifican y miden la innovación en forma muy diferente que la utilizada en ciencias experimentales pues, como es lógico, se privilegian los indicadores susceptibles de captar, ante todo, el valor comercial del invento y su posible impacto en la competitividad de las empresas y de los países. Los diversos indicadores que utiliza la literatura económica presentan ventajas e inconvenientes. No existe un indicador perfecto de la actividad innovadora. Por ese motivo, actualmente se recurre cada vez más a indicadores compuestos que recogen diversos aspectos de la actividad innovadora y enfatizan la importancia de la formación del capital humano y la educación. Nuestra revisión crítica de la bibliografía económica parece confirmar que, como señalan algunos autores [16], el futuro de la medición del cambio tecnológico y la innovación, estaría en la integración de diversas fuentes que cuantifican diversos aspectos de estos complejos fenómenos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la crítica constructiva y los comentarios de un evaluador anónimo y de Daniel Farías.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalismo, Socialismo y Democracia*. México, D. F., F. C. E.

[2] Teece, D. J. (1986). "Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy." *Research Policy* **15**: 285-305.

[3] Archibugi, D. (1988). "In search of a useful measure of technological innovation (to make economists happy without discontending technologists)." *Technological Forecasting and Social Change* **34**: 253-277.

[4] Freeman, C. (1995). "The "National System of Innovation" in historical perspective." *Cambridge Journal of Economics* **19**: 5-24.

[5] Comanor, W. S. (1967). "Market Structure, Product Differentiation, and Industrial Research." *The Quarterly Journal of Economics* **81**(4): 639-657.

[6] Avermaete, T., J. Viaene, et al. (2004). "Determinants of product and process innovation in small food manufacturing firms." *Trends in Food Science & Technology* **15**: 474-483.

[7] Buesa, M. and J. Molero (1998). "Tamaño empresarial e innovación tecnológica en la economía española." *Información Comercial Española* **773**: 155-173.

[8] Molero, J. and A. García (2008). Factors affecting

innovation revisited. Madrid, Universidad Complutense de Madrid: 6-25.

[9] Braunerhjelm, P. (1997). "On the role of knowledge capital in firm performance. Evidence from Swedish firms in the engineering industry." *Revue d'Economie Industrielle* **81**: 9-22.

[10] Pérez, C. (1988). *New technologies and development. Technical Change and Economic Theory*. G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg and L. Soete. London & New York, Pinter Publishers.

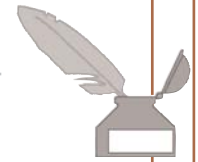
[11] Freeman, C. (1994). "The economics of technical change." *Cambridge Journal of Economics* **18**: 463-514.

[12] Archibugi, D. and R. Simonetti (1998). "Objects and subjects in technological interdependence. Towards a framework to monitor innovation." *International Journal of the Economics of Business* **5**(3): 295-309.

[13] Archibugi, D. and M. Pianta (1996). "Measuring technological change through patents and innovation surveys." *Technovation* **16**(9): 451-468.

[14] Grupp, H. (1998). *Foundations of the Economics of Innovation Theory. Measurement and Practice*, Edward Elgar.

[15] Montoya-Weiss, M. M. and R. Catalone (1994).



- “Determinants of new product performance: A review and meta-analysis.” *Journal of Product Innovation Management* **11**: 397-417.
- [16] Smith, K. (2005). “Measuring innovation. The Oxford handbook of innovation. J. Fagerberg, D. C. Mowery and R. R. Nelson. Oxford, Oxford University Press: 148-177.”
- [17] Rosenberg, N. (1982). Inside the Black Box: Technology and Economics. Cambridge.
- [18] Souder, W. E. and Shrivastava (1985). “Towards a scale for measuring technology in new product innovations.” *Research Policy* **14**: 151-160.
- [19] OECD (2002). Trends in foreign direct investment in OECD countries. OECD, OECD: 1-9.
- [20] Cohen, W. M. and D. A. Levinthal (1989). “Innovation and learning: The two faces of R&D.” *Economic Journal* **99**: 569-596.
- [21] Patel, P. and K. Pavitt (1995). Patterns of technological activity: their measurement and interpretation. “Handbook of The Economics of Innovation and Technological Change. P. Stoneman. Oxford, Blackwell”.
- [22] von Tunzelmann, G. N. and V. Acha (2005). Innovation in ‘low-tech’ industries. “The Oxford Handbook of Innovation”. J. Fagerberg, D. Mowery and R. Nelson. New York, Oxford, Oxford University Press: 407-432.
- [23] Molero, J. (2008). “La innovación en España: tres aspectos fundamentales de su evolución reciente.” *Economistas* **118**(Monográfico sobre la innovación en las empresas españolas): 6-12.
- [24] Gersbach, H., M. T. Schneider, et al. (2008). On the design of basic-research policy. *Zurich, Center of Economic Research*: 39.
- [25] OECD (2007). Competitive Regional Clusters. National Policy Approaches. O. R. o. R. Innovation. Paris, OECD: 1-354.
- [26] Pavitt, K. (1993). *What do firms learn from basic research?* London, Pinter Publishers.
- [27] Molero, J. (2004). Tecnología e internacionalización de la empresa española. “La empresa multinacional española. Estrategias y ventajas competitivas”. J. J. Durán. Madrid, Minerva ediciones.
- [28] Beneito, P. (2002). “Technological patterns among Spanish manufacturing firms.” *Entrepreneurial & Regional Development* **14**: 89-115.
- [29] Martínez, C. (2008). *Las familias de patentes triádicas de origen español: Valor y estrategias.* Madrid, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- [30] Scherer, F. M. (1982). “Inter-industry technology flows in the United States.” *Research Policy* **11**: 227-245.
- [31] Soete, L. (1987). “The impact of technological innovation on international trade patterns: The evidence reconsidered.” *Research Policy* **16**: 101-130.
- [32] Christensen, J. L., R. Rama, et al. (1996). Study on innovation in the European Food Products and Beverages Industry. EIMS/SPRINT Brussels, The European Commission: 145.
- [33] Griliches, Z. (1979). “Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth.” *Bell Journal of Economics* **10**: 92-116.
- [34] Austin, D. H. (1993). “An event-study approach to measuring innovative output: The case of biotechnology.” *AEA papers and proceedings* **83**(2).
- [35] Millot, V. (2009). Trademarks as an indicator of product and marketing innovation. T. a. I. *Statistical Analysis of Science, OECD*: 1-46.
- [36] Archibugi, D. and A. Coco (2004). “A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries (ArCo).” *World Development* **32**(4): 629-654.
- [37] INE (2009a). Estadística sobre actividades de I+D. España.
- [38] INE (2009b). Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas. España.
- [39] INE (2009c). Estadísticas de propiedad industrial. España.
- [40] INE (2009d). Indicadores de alta tecnología. España



Inserta aquí tu Publicidad

Anuncia tus productos o servicios en *Apuntes de Ciencia y Tecnología*,
tu anuncio lo leerán varios miles de investigadores científicos de todas las disciplinas.

*Más de 5000 suscriptores electrónicos, que reenvían la revista a amigos y conocidos.

*Más de 9000 descargas desde la web de la AACTE: <http://www.aacte.eu>

Para más información contacta con rosario.gil@uv.es



EL RINCÓN PRECARIO

Sección dedicada a los investigadores que trabajan en España en condiciones de precariedad laboral

Tiempo de cerezas, de exámenes y de Congresos. Ya está aquí el verano, y con él una nueva entrega del Rincón Precario. Esta vez, permitidme que el resumen de actividades precarias sea breve: apenas me han llegado noticias de la ANIRC ni colectivos similares (si alguien perteneciente a dichos colectivos lee estas líneas, espero que se anime a enviarme noticias en el futuro), y la nueva página de Precarios es un libro abierto del que sólo voy a extraer algunas notas interesantes (cada un@ puede ver la noticia que más le interese en la propia web original). En cambio, dedicaremos un mayor espacio a repasar históricamente algunas de las batallas de la Federación de Jóvenes Investigadores contra la precariedad. Algunos hemos envejecido en el tránsito de la Proposición de ley andaluza, a la que el segundo de los escritos acompañantes hace referencia... Otros, imagino, habrán madurado... como las cerezas.

Decepción en la ANIRC por la “rectificación ministerial”

A pesar del anuncio de que la presente legislatura iba a apostar por la I+D+i, la remodelación del MICINN no es precisamente un buen augurio. Por si fuera poco, las competencias en Universidades han cambiado de Ministerio, pero los RyCs se mantienen en el MICINN, lo que obligará a negociar con dos ministerios cualquier solución a los problemas del colectivo. Mientras, los problemas con los Proyectos relacionados con los cambios de Centro, continúan; los problemas de estabilización de aquellos que llegan al final de sus contratos tras cinco años de fructífera investigación se quieren resolver de uno en uno, atendiendo a problemas concretos, y son los propios RyC los que deben ir recopilando los datos relativos a estas situaciones para presentarlos ante el Ministerio. Siempre la misma cantinela. ¿Hasta cuando deberemos esperar un poco de cordura en lo que a Política Científica se refiere?

Contactos de la FJI en torno al Borrador de la Ley de la Ciencia y otros

17/03/2009. **Reunión FJI-MICINN.** Cuatro horas de intensa reunión en el que se presentó el documento de propuestas al borrador de la Ley de la Ciencia elaborado por la FJI (Podéis descargaros el documento en http://www.precarios.org/tiki-read_article.php?articleId=160). Se hacen eco de dichas propuestas, pero sin compromisos. El debate gira en torno a términos legales y competenciales, justificando de forma legalis-

ta la redacción actual. A cualquier cosa le llaman estar abiertos al diálogo...

31/03/2009. **Reunión FJI-CCOO.** Pese a que el modelo de Carrera Investigadora de la FJI difiere en ciertos aspectos del de CCOO, se establecieron unos mínimos irrenunciables en común que pudieran ser utilizados para trabajar en común y con otros colectivos.

01/04/2009. **Reunión FJI - Presidente del CSIC.** Se trataron temas como la búsqueda de soluciones viables a la lista de irregularidades laborales redactadas, la falta de representación de los colectivos de investigadores en fases iniciales en los órganos del CSIC y la reducción de plazas en 2009. Como de costumbre, los representantes del CSIC se muestran favorables al diálogo y comentan que preferirían tratar los temas conflictivos antes de darles difusión... como si eso hubiera servido alguna vez para algo. Todo recuerda demasiado a cualquier reunión pasada.

Comunicados FJI

30/04/2009. **Los jóvenes investigadores se suman a las manifestaciones del 1 de mayo** para reclamar una Carrera Investigadora digna, ser considerados trabajadores y la sustitución de las becas por contratos laborales.

06/05/2009. **Actas de las VII Jornadas de Jóvenes Investigadores.** Disponibles en <http://www.precarios.org/dl1085>, con un amplio resumen de los contenidos de las Jornadas celebradas en Bar-

¹ Sala de Prensa. FJI-Precarios. <http://precarios.org/Sala+de+Prensa>.

² <http://www.precarios.org/tiki-index.php?page=LCyT-Comentarios+de+la+FJI+a+las+Jornadas>.

³ <http://www.precarios.org/Proposicion+de+Ley+Andalucia>.

⁴ <http://www.europapress.es/epsocial/ciencia-00418/noticia-congreso-responde-jovenes-investigadores-ayudas-tesis-no-implican-cotizaciones-seguridad-social-20081107143353.html>



celona el pasado mes de febrero bajo el lema “*Política Científica en España: Necesidades y Propuestas*”. Además, el video de las Jornadas está disponible en <http://www.precarios.org/jornadas2009>.

12/05/2009. **A favor de una Proposición de Ley para acabar con la precariedad de los investigadores.** La FJI lanza una petición de apoyo a la PL-A, con recogida de firmas incluida (ver artículo de Salomón Aguado en páginas siguientes).

14/05/2009. **Concentración en Sevilla “Por una investigación digna”.** La FJI convoca una concentración frente al Parlamento de Andalucía, para denunciar que la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa del gobierno andaluz ha incumplido flagrantemente sus compromisos con el diseño de una carrera investigadora digna en Andalucía, como refleja la desaparición de los Programas de Perfeccionamiento de Doctores en el Extranjero y Retorno de Doctores a Andalucía, el incumplimiento del compromiso de introducir contratos puente para la transición entre la etapa pre y postdoctoral, la necesidad de recurrir a denuncias ante la Inspección de Trabajo para que se cumpla la normativa que

regula el alta de los investigadores en la Seguridad Social y el desarrollo de una política científica a golpe de improvisación.

28/05/2009. **La Federación de Jóvenes Investigadores e Izquierda Unida exigen al Gobierno el fin de la investigación en precario.** Ambas organizaciones apoyan la aprobación sin recortes de la Proposición de Ley que permitiría a todos los investigadores cotizar a la Seguridad Social y favorecería su contratación.

03/06/2009. **Indignación de los jóvenes investigadores por el desprecio del gobierno de Zapatero: “salarios” para estudiantes y rechazo a la contratación de trabajadores de la investigación.** La FJI amenaza con convocar movilizaciones si el Gobierno y el PSOE siguen bloqueando la Proposición de Ley 125/14 y no adaptan la Ley de la Ciencia a la Carta Europea del Investigador. ¿Nos espera un verano caliente, o el asunto esperará hasta el otoño?



DENUNCIA, QUE ALGO QUEDA

Resultados de la Campaña “No Más Becas Por Trabajo” (N+BxT)

Begoña Camblor Pandiella

*Vicepresidenta y Portavoz de la Federación de Jóvenes Investigadores - Precarios
Doctora en Filología Hispánica – Profesora Titular Interina de la Universidad de Oviedo*

Desde su origen, la Federación de Jóvenes Investigadores (FJI/Precarios) ha apostado por acabar con las becas como medida de inserción laboral para los jóvenes titulados -especialmente los jóvenes investigadores- en España. Este es un tema en el que otros agentes sociales ya han empezado a trabajar, como lo demuestra la campaña “Apadrina un becario” de CCOO¹.

Fruto de esta apuesta es la campaña **No+Becasx Trabajo**, que ya se presentó en el número 28 de AACTE. A través de este grupo de trabajo, los esfuerzos de la FJI por erradicar las becas como medio de encubrir puestos de trabajo continúan. En los últimos meses se han comenzado a detectar importantes logros, provenientes de la efectividad de varias denuncias presentadas ante la Inspección de Trabajo. En una reunión celebrada entre el Subdirector General para la Inspección en materia de Seguridad Social, Economía

Irregular e Inmigración, y los representantes de la campaña, se pudo comprobar que este organismo actúa con total eficacia ante los fraudes cometidos por entidades, tanto públicas como privadas, que contravienen la legislación vigente en el ámbito de la investigación y encubren puestos de trabajo mediante becas.

Una muestra de ello es el último logro conseguido en Valencia. El pasado mes de Noviembre la asociación Joves Investigadors, con la ayuda de *No+BxT*, interpuso una denuncia en la Inspección de Trabajo de Valencia por la existencia de cuatro beneficiarios de ayudas a la investigación de la Fundación Caja Murcia² en la Universitat Politècnica de València (UPV). Se trataba de ayudas dirigidas a doctorandos y doctores en régimen de beca por la duración completa de la ayuda. De esta forma, la convocatoria incumplía el Estatuto de Personal Investigador en Formación (EPIF)³, en su Disposición Adicional sexta, donde se expone que “*Las ayudas*

¹ <http://apadrinaunbecario.org/>

² <http://www.fundacioncajamurcia.es/servlet/Satellite?cid=1136824918068&idConvocatoria=1205425850411&idioma=ES&idlnk=1136824917878&pagename=FundacionMurcia%2FC2043Convocatoria%2FC2043TempPageConvocatoria>

³ http://web.micinn.es/01_Portada/02@Servicios/05-Legislacion/Estatuto_del_personal_investigador.pdf



a la investigación dirigidas a aquellas personas que tengan el título de doctor deberán establecer la contratación de los beneficiarios de dichos programas por parte de las entidades a las que se adscriban, mediante la formalización de un contrato laboral de acuerdo con lo que establece el texto refundido del Estatuto de los Trabajadores, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo” y en su Artículo 4º, donde se establece que “Las situaciones jurídicas en las que el personal investigador en formación podrá encontrarse son las siguientes: a) De beca, que comprenderá los dos primeros años desde la concesión de la ayuda. b) De contrato, que, una vez superado el período de beca y obtenido el Diploma de Estudios Avanzados o documento administrativo que lo sustituya de acuerdo con la nueva estructura de enseñanzas adaptada al Espacio Europeo de Educación Superior, comprenderá, como máximo, los dos años siguientes. Para esta etapa, el personal investigador en formación formalizará un contrato laboral con el organismo, centro o institución al que esté adscrito”. Como resultado de la denuncia interpuesta, la Inspección de Trabajo de Valencia dictaminó que el Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo, perteneciente a la UPV, debía dejar de incumplir la obligación legal de contratar a todo doctor, tal y como establece el EPIF, de modo que las becas de los doctores se deberán transformar en contratos.

En cuanto al caso de los doctorandos, debemos resaltar que esta denuncia ha dado otro resultado positivo: la UPV, a petición de la propia Inspección de Trabajo, se ha visto obligada a solicitar a todos sus departamentos información relativa al personal becado a través de fundaciones privadas. Esta auditoría permitirá continuar revisando los numerosos casos de investigadores que malviven con becas que encubren puestos de trabajo. Un castigo ejemplar, como vemos, para los centros denunciados, pero también un precedente extraordinariamente efectivo para evitar en un futuro que otras entidades cometan el mismo fraude.

Los éxitos observados impulsan a esta campaña a seguir buscando y detectando todas las convocatorias de becas de investigación ilegales, analizándolas, y desarrollando los mecanismos más efectivos para solucionar este mal endémico. Ningún organismo escapa a ello, y como podemos observar, hasta el Ministerio de Educación se permite convocar “becas de trabajo” (toda una contradicción) destinadas a titulados⁴. No es el único caso llamativo y así, aunque pueda resultar sorprendente, y pese a tres avisos anteriores de FJI, en 2008 el propio Congreso de los Diputados volvió a con-

vocar becas para realizar tesis doctorales, contraviniendo de nuevo el Estatuto del Personal Investigador en Formación. Como se anunció en su día⁵, y ante la negativa de este organismo a modificar su convocatoria, se ha procedido a denunciar este hecho ante la Inspección de Trabajo, de la que esperamos noticias en los próximos meses. En el mismo sentido, la Fundación Progreso y Salud, dependiente de la Junta de Andalucía, ha convocado becas orientadas a la colaboración en proyectos de investigación⁶, exigiendo titulación universitaria y sin encontrarse inscritas en ningún convenio de cooperación educativa con algún centro de estudios; de este modo, la finalidad formativa desaparece, con lo que estaríamos hablando de nuevo de becas que encubren puestos de trabajo y deberían otorgarse en forma de contrato laboral. Desde la campaña *No+BecasxTrabajo*, se les ha hecho llegar una carta solicitando la inmediata corrección de estas irregularidades.

La lista de organismos que incentivan el fraude laboral asociado a las becas es larga y, como vemos, a ella se suman tanto entidades privadas como organismos públicos de los que cualquier ciudadano esperaría un comportamiento más acorde con la legalidad. Por desgracia, la financiación de trabajadores de la investigación en forma de beca se ha convertido a lo largo de los años en una estrategia habitual de “lanzar a los cuatro vientos” un apoyo a la I+D+i que, desde el momento en que no respeta ni al trabajador ni a la normativa vigente, resulta engañosa. Además, el limbo difuso de la obsoleta normativa que regula prácticas de estudiantes ha provocado un fraude multimillonario a la Seguridad Social e irregularidades laborales graves en los últimos 30 años, algunas de las cuales han acabado en accidentes con víctimas mortales como resultado del encubrimiento de puestos de trabajo mediante becas. Los recién titulados universitarios en este país pasan casi de forma obligatoria por esta situación de abusos para insertarse en el mercado laboral, con el beneplácito de los sucesivos Gobiernos, que no han modificado una normativa ambigua del año 1981, y la complicidad de las Universidades, que organizan y anuncian estancias formativas o prácticas a Titulados que se disfrazan mediante becas. Por ello, desde la FJI/Precarios y la campaña *N+BxT*⁷ creemos que debemos continuar informando a la sociedad de estos continuos incumplimientos de la legislación, y poniéndolos en conocimiento de las autoridades competentes, para que se pongan en marcha mecanismos efectivos que erradiquen el problema.



⁴ <http://www.educacion.es/educacion/becas-y-ayudas/de-trabajo.html>

⁵ http://www.precarios.org/tiki-read_article.php?articleId=132

⁶ http://www.juntadeandalucia.es/fundacionprogresoysalud/index.php?option=com_content&task=view&id=353&Itemid=79

⁷ <http://www.precarios.org/no+becasxtrabajo>



HISTORIA DE UNA PROPOSICIÓN DE LEY:

El largo y tortuoso camino hacia la conquista de los Derechos Laborales para Jóvenes Investigadores

Salomón Aguado Manzanares

Actuario e Investigador – Universidad Politécnica de Madrid
Coordinador de la Comisión Jurídica de la Federación de Jóvenes Investigadores

INTRODUCCIÓN

Ha sido largo y tortuoso el camino que nos ha traído hasta aquí. Se inició hace más de nueve años cuando miles de jóvenes investigadores en fase inicial (pre-doctorales) y en fase experimentada (doctores) fueron conscientes del desamparo jurídico y social en el que se encontraban. Un limbo difuso existente en España en cuanto a la regulación de lo que es una actividad productiva: la generación de conocimiento en el ámbito de la I+D+i.

La ambigüedad legislativa, así como los escasos escrúpulos empresariales e institucionales para ahorrarse costes sociales y vinculación laboral, ha llevado a que cientos de miles de titulados universitarios⁸ pasen etapas que oscilan entre unos meses y varios años trabajando sin contrato laboral y sin cotizaciones sociales, siendo financiados mediante becas que, disfrazadas de actividades formativas, encubren claras relaciones laborales.

El encubrimiento de puestos de trabajo mediante becas se ha extendido en los últimos veinte años y ha contaminado todo el mercado laboral. Esto se debe, principalmente, a la imposibilidad real de vigilar esta forma de empleo sumergido y de fraude a la Seguridad Social sin una colaboración estrecha de los afectados. Aun así, la Inspección de Trabajo ha sido capaz de destapar la existencia de “becarios” que realizan tareas productivas en Empresas, Entidades Financieras, Instituciones Públicas y, por supuesto, Universidades y Centros de Investigación. Trabajadores, al fin y al cabo, por los que no se cotiza a la Seguridad Social, y que carecen de los más mínimos derechos laborales y de la imprescindible protección social.

A pesar de la gravedad de este problema, ninguno de los Gobiernos de los últimos veinte años se ha preocupado por modificar la trasnochada normativa vigente que afecta a la gran mayoría de los recién titulados universitarios españoles. La excesiva ambigüedad en la regulación de las prácticas formativas en empresas (RD 1947/81 y RD 1845/91) ha propiciado un fraude millonario asociado al uso de becas como medida de inserción laboral. Por tanto, es urgente una reforma de la legislación vigente, con el fin de definir de forma precisa y sin

ambigüedades cómo debe ser este marco, para evitar así situaciones como las mencionadas.

Origen de la Proposición de Ley de Andalucía (PL-A)

En este contexto, la Federación de Jóvenes Investigadores (FJI-Precarios) ha venido denunciando esta precaria situación laboral en el ámbito de la Investigación desde su fundación en el año 2000. Han sido muy diversas las iniciativas parlamentarias que se han impulsado desde FJI-Precarios, ya sea en el Congreso de los Diputados o en los diversos Parlamentos Autonómicos. Sin duda alguna, la iniciativa que más recorrido y repercusión ha tenido y puede tener es la Proposición de Ley 6-03/PPPL-000001 del Parlamento de Andalucía, publicada en el Boletín Oficial del Parlamento de Andalucía el 20 de noviembre de 2003.

Esta historia no nace ni en 2003, ni en el Hospital de las Cinco Llagas, sede del Parlamento de Andalucía, ni siquiera en Sevilla o en Andalucía. El origen de todo esto se sitúa al otro extremo de la Península, a más de 850 kilómetros, en el Palacio de la Aljafería de Zaragoza, sede de las Cortes de Aragón. En octubre de 2001, el grupo parlamentario de Izquierda Unida de Aragón presenta la primera iniciativa con carácter de Proposición de Ley de nuestra historia, en la que se promueve la modificación del Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social para la inclusión dentro del artículo 97.1 de “*los titulados universitarios que desempeñen la función de personal de investigación*”. Esta iniciativa es tomada en consideración en diciembre de 2001, y sin que se presentasen enmiendas fue aprobada el 12 de abril de 2002 por el Pleno de las Cortes de Aragón; en mayo, fue admitida a trámite por la Mesa del Congreso, y el 10 de diciembre de 2002 fue debatida en el Pleno del Congreso de los Diputados. El resultado, 135 votos a favor, una abstención y 158 votos en contra. El rodillo de la mayoría absoluta de la VII Legislatura del Partido Popular sirvió para rechazar la que fue primera iniciativa de ley para el reconocimiento laboral de los jóvenes investigadores.

No pasaron ni dos meses, cuando el 12 de febrero de 2003, el grupo Izquierda Unida Los Verdes – Convocatoria por Andalucía (IULV-CA) volvía “a la carga” y presentaba por segunda vez una Proposición de Ley similar a la

⁸ “El sistema de becas en la primera inserción y su relación con el empleo”. Estudio realizado por Red2Red Consultores, publicado en 2006 por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. ISBN 84-8417-231-7.



que acababan de tumbar en el Congreso. De esta forma comenzó la Proposición de Ley de Andalucía (PL-A). “el largo y tortuoso camino de conquista de los derechos laborales para los jóvenes investigadores”.

Durante el período de enmiendas, IULV-CA presentó la que hasta el momento ha sido única modificación propuesta: (1) la aplicación, previa acreditación desde 1998; (2) el estudio sobre la situación de los becarios desde 1992; y (3) el añadido de un párrafo al artículo 97 para que los investigadores tengan todos los derechos sociales. Esta aclaración se produce, en palabras del Portavoz de IULV-CA, Antonio Romero, “para evitar fisuras e ingenierías fiscales o sociales”. Con estas matizaciones, la PL-A fue dictaminada y debatida en el Pleno del Parlamento en diciembre de 2003. Si en 2002 el PP utilizó, entre otros argumentos, la excusa de la inminente aprobación del Estatuto del Becario⁹, en esta ocasión esto le sirvió para abstenerse. Finalmente, fue aprobada con el respaldo del PSOE-Andalucía, IULV-CA, Partido Andalucista y Grupo Mixto, y la abstención del Partido Popular.

Primer intento de tramitación en el Congreso

El 4 de diciembre de ese mismo año, la Mesa del Congreso acuerda la admisión de la PL-A; desde ese instante pasará a denominarse como iniciativa 125/42¹⁰. La composición de la VIII Legislatura (2004-2008) fue muy distinta a la que debatió la iniciativa de las Cortes de Aragón, en diciembre de 2002. En una de las primeras reuniones de la Mesa de la Cámara, se toman las iniciativas anteriores; de esa manera, el 13 de abril de 2004, se acuerda admitir a trámite la PL-A, que en esta ocasión se codificaría como 125/14. El ritmo de tramitación de las Proposiciones de Ley provenientes de los parlamentos regionales es de una al mes, y aunque suele respetarse el orden de prelación, se producen algunas excepciones. De esta forma, la proposición de modificación del Estatuto de Autonomía del País Vasco, más conocida como “Plan Ibarretxe”, fue debatida antes que la PL-A.

Tras las Elecciones General de 2004, el PSOE dio un giro espectacular a sus ganas de tramitar la PL-A. Tan notorio cambio tiene reflejo en el Diario de Sesiones de las Cortes de Aragón, donde el 24 de junio de 2004 se debatía, por tercera vez a iniciativa de Izquierda Unida, una Proposición de Ley idéntica a la apoyada años atrás. Desafortunadamente, fue ampliamente rechazada: diez votos a favor, de Izquierda Unida de Aragón y la Chunta Aragonesista; ninguna abstención, y cincuenta y cuatro votos en contra (Partido Popular, Partido Aragón Regionalista y Partido Socialista Obrero Español). Si FJI-Precarios ya sabía que el trámite sería largo, se ponía de manifiesto que el camino sería tor-

tuoso.

La presión sobre el Ministerio de Educación y Ciencia, dirigido por la profesora María Jesús Sansegundo, y el PSOE es continua. Las referencias a las palabras de José Luis Rodríguez Zapatero diciendo que “*los investigadores son trabajadores*”, y que “*son los poderes públicos los que tienen que dar ejemplo*”, se repiten. La promesa socialista de derogar el Estatuto del Becario y sustituirlo por una verdadera regulación para todos se convierte en el único clavo al que agarrarse.

El acoso es tan evidente que el Secretario de Estado de Universidades e Investigación, Salvador Ordóñez, durante las III Jornadas de Jóvenes Investigadores celebradas en Valencia en 2005, filtra el borrador del texto, un infame documento que pone a todos en pie de guerra; la manifestación es un hecho, y el 17 de junio de 2005 miles de investigadores de toda España son llamados a movilización. Desde Presidencia del Gobierno hacen lo posible para evitarlo. Ordóñez es obligado *in extremis* a firmar un acuerdo con FJI-Precarios: el germen del Estatuto del Personal Investigador en Formación. Este acuerdo no significó un cambio en el PSOE, todo lo contrario, y durante 2006 las negociaciones con los grupos parlamentarios para impulsar la PL-A se intensifican.

La traición andaluza y el manifiesto “Por la dignidad”

La inestable situación parlamentaria da lugar a la esperanza. Las continuas reuniones con el Grupo Popular propician su cambio de actitud; Eugenio Nasarre y Ana Pastor muestran públicamente su apoyo a la PL-A. Además, en Madrid, Esperanza Aguirre acaba de publicar el 0+4. Convergencia i Unió (CiU), clásico apoyo parlamentario, está en la oposición en Cataluña, tras el tripartito que alza a Maragall como President, y no van a sostener a Zapatero; votarán a favor de la PL-A. Los otros grupos parlamentarios -Izquierda Unida, Bloque Nacionalista Gallego, Chunta Aragonesista e, incluso, hasta el Partido Nacionalista Vasco- son favorables. La PL-A ya tenía fecha: el 4 de abril de 2006, llegaría al Congreso. Cinco días antes se entregaron más de 10.000 firmas en el Congreso a favor de la iniciativa. Aunque parecía que el final estaba cerca, el PSOE no lo iba a permitir.

La semana previa a la toma en consideración, se celebraron muchas reuniones para consolidar la opinión de los grupos parlamentarios, pero había una rara sensación. Veinticuatro horas antes de que llegara al Congreso, se reúne con carácter de urgencia, a petición del PSOE-Andalucía, la Mesa del Parlamento andaluz, para solicitar la paralización de la iniciativa. Los propios

⁹ RD 1326/2003, de 24 de octubre por el que se aprueba el Estatuto del Becarios (BOE núm. 263 de 3 de noviembre)

¹⁰ En la VII Legislatura esta iniciativa fue publicada en el “BOCG. Congreso de los Diputados”, serie B, núm. 372, así como en la serie D, núm. 662, de 17 de febrero de 2004. El número 125 identifica que se trata de una Proposición de Ley.



diputados andaluces desconocen la iniciativa: José Manuel Mariscal (IU), José Luis Blanco (PSOE-A) y Ana M^a Corredera (PP) se presentan en Madrid a defender una Proposición que estaba siendo abortada desde Sevilla. El voto ponderado de ese órgano otorga al PSOE-A mayoría absoluta; con toda la oposición en contra, logran evitar la que hubiese sido primera derrota del Gobierno Zapatero¹¹.

La promulgación del EPIF en contra del acuerdo firmado¹², la “puñalada por la espalda” de la PL-A y el inmovilismo del Gobierno provocan la indignación del colectivo de jóvenes investigadores, que el 20 de mayo de 2006 se manifiestan ante la sede del Congreso de los Diputados y del Ministerio de Educación y Ciencia, al frente del que se encuentra Mercedes Cabrera. Asistieron más de 2.500 personas y se recogieron más de 10.000 adhesiones al manifiesto “*Por la dignidad en la investigación*”.

Por fin en el Congreso

El revés sufrido por el aplazamiento incide en los ánimos de la FJI-Precarios, y la PL-A cae en el olvido. Existe cierta confusión sobre la continuidad de la iniciativa, que no se despeja hasta febrero de 2008, en las VI Jornadas de Jóvenes Investigadores celebradas en Granada. Santiago González (Sindicato USO) recuerda en su conferencia que la PL-A sigue viva. Un acuerdo del 21 de enero de la Mesa del Congreso traslada a la IX Legislatura la Proposición de Ley 125/14. Se abre una puerta a la esperanza.

El 2 de abril de 2008, con una nueva composición parlamentaria, la Mesa de la Cámara admite a trámite, por tercera vez en su historia, la PL-A, que vuelve a cambiar de numeración y ahora se conoce como iniciativa 125/02.

A partir de ese momento, la FJI-Precarios contactó con los grupos parlamentarios para que apoyaran la PL-A. Durante esas reuniones, diversos rumores (incluso provenientes de la propia Junta de Portavoces del Congreso de los Diputados) apuntaban a la posibilidad de que el Parlamento andaluz tenía intención de retirarla, otra vez, antes de ser tomada en consideración. Además, se llevó a cabo una campaña de difusión e información sobre la PL-A con el fin de que toda la sociedad y todo el colectivo investigador conociera la importancia de su aprobación y las graves deficiencias que subsanaría.

Paralelamente, y en las fechas próximas a la toma en consideración de la PL-A en el Congreso, la FJI pidió individualmente a todos los diputados su voto a favor de esta iniciativa, enviándole a cada uno una carta abierta¹³ con copia a los medios de comunicación. Finalmen-

te, y con el apoyo explícito de todos los grupos parlamentarios, el 16 de septiembre de 2008 la Proposición de Ley 125/02 fue favorablemente tomada en consideración en el Congreso de los Diputados.

Ampliación *ad infinitum* del plazo de enmiendas

Sin embargo, no es este el final del camino. La FJI-Precarios ha estado reuniéndose con los distintos partidos políticos, primero para tratar de desbloquear la PL-A y, a principios de año, para tratar sobre las posibles enmiendas propuestas a esta ley. Por la materia de que se trata, esta iniciativa ha ido a parar a la Comisión de Trabajo e Inmigración del Congreso, donde espera junto con otras cuestiones a ser debatida. La estrategia del Grupo Socialista incide en la votación de la PL-A dentro del Pacto de Toledo, donde es posible que sea “un cromo a cambiar” con otros grupos parlamentarios.

El plazo de presentación de enmiendas, desde su tramitación el 13 de octubre del pasado año, ha sido ampliado en 29 ocasiones. A fecha de cierre de esta edición aún sigue ampliándose *sine die*. Tal es la situación de abandono por parte del Gobierno de José Luis Rodríguez Zapatero y del PSOE, que se convocó una rueda de prensa en el Congreso de los Diputados, con la colaboración de Izquierda Unida, en la que se exigía al parlamento la finalización del proceso y su debate en Comisión.

Debemos subrayar lo que su aprobación supondría para el sistema de Seguridad Social y para muchos investigadores, que verían reconocida su labor como trabajadores. Confiamos en que los grupos políticos, y especialmente el Grupo Parlamentario Socialista y el Grupo Parlamentario Popular, acomoden sus enmiendas a una mejor ejecución de los actuales contenidos de esta Proposición de Ley, y no lleven a cabo una maniobra política que destruya los sueños y las esperanzas puestas en esta iniciativa.

¿Qué puede suponer esta Proposición de Ley?

A día de hoy, se espera que la PL-A cubra los huecos dejados por el EPIF. Para ello, define un marco jurídico que favorece la contratación de todos los titulados universitarios que desempeñen actividades de investigación, al incluirlos en el Régimen General de la Seguridad Social con todos sus derechos y prestaciones, sin excepción. De esta forma, no existe margen para su incumplimiento, como sucede con el EPIF, y se otorgan derechos a todas las prestaciones del Régimen General de la Seguridad Social, incluido el de desempleo y el de Protección en materia de Salud Laboral. La PL-A, además, tiene un efecto retroactivo; quienes fueron becarios desde 1998 tendrán derecho a percibir las coti-

¹¹ Comunicado de Prensa de FJI-Precarios denunciando públicamente la situación <http://www.precarios.org/dl438>

¹² Célebres fueron las palabras del Secretario de Estado de Universidades e Investigación en su intervención durante las IV Jornadas de Jóvenes Investigadores “Madrid2006” en el que calificaba de insatisfactorio el EPIF. Meses después sería cesado, junto a toda la cúpula ministerial.

¹³ <http://www.precarios.org/tiki-index.php?page=Carta+a+Diputados+pidiendo+aprobaci%C3%B3n+de+la+PL-A>



zaciones a la Seguridad Social por el período de disfrute de su beca.

Cabe hacer un inciso a propósito de las cotizaciones, ya que se trata de un tema especialmente sensible en la actual coyuntura económica. De esta forma se evitaría que de forma subrepticia empresarios y administración busquen una vía de escape a la contratación laboral. Recientemente, se anunció que las cotizaciones a la Seguridad Social habían caído por primera vez en más de diez años. Hace pocos días, el Secretario de Estado para la Seguridad Social, Octavio Granado, declaró que era necesario incorporar a colectivos como "los becarios" como cotizantes, con el fin de asegurar la sostenibilidad del sistema de Seguridad Social. Como suele decirse, "sólo nos acordamos de Santa Bárbara cuando truena". Para llegar a esta conclusión, han pasado decenas de años en los que centenares de miles de trabajadores han sido becarios, en los que miles de millones de euros fueron defraudados a la Seguridad Social.

La PL-A supone una respuesta en el campo de la investigación, sin olvidar que existen becarios en otras muchas actividades. No sólo propone la contratación, es decir, la cotización a la Seguridad Social, sino una reparación del daño causado a todos esos investigadores a los que no se permitió cotizar. En la situación actual, la aplicación retroactiva de esta Proposición de Ley no es algo que se pueda despachar a la ligera.

Se está preparando la nueva Ley de la Ciencia y la Tecnología y, desde el Grupo Socialista, se insiste en que sería innecesaria la PL-A. No es así. La Ley de Ciencia que prepara el Gobierno, según las propias declaracio-

nes del Ministerio de Ciencia e Innovación, que dirige Cristina Garmendia, no acabará con el actual sistema de becas sin derechos laborales. Por lo tanto, la PL-A sigue siendo una normativa que pretende explícitamente evitar este fraude en el ámbito de la investigación. Es imprescindible su aprobación. Para ello, FJI-Precarios ha iniciado la recogida de firmas *on-line* con las que refrendar las más de 10.000 suscripciones presentadas en el Congreso en 2006:

<http://www.petitiononline.com/PLAFJI/>

¡APOYA LA PL-A CON TU FIRMA!

Una reflexión final: estamos hablando de una Proposición de Ley que ha tenido que esperar más de seis años para su tramitación; seis años de arduas negociaciones, largas reuniones para la FJI-Precarios con grupos parlamentarios, con cargos políticos y ministeriales (in)competentes en Investigación. Una ley que, sencillamente, concede derechos básicos a un grupo numerosísimo de trabajadores, y que provee a la Seguridad Social de una fuente de cotizaciones. ¿Cómo es posible que aprobar una ley así haya costado tanto esfuerzo? Dentro de poco sabremos si la política sabe bajar al plano de la sociedad.



Con espíritu crítico y constructivo,
desde la diversidad, como amalgama de profesionales
de todos los estamentos y disciplinas científicas,

¡Luchamos por conseguir el progreso del sistema español de I+D!

Tu opinión es importante
¡Hazte de la AACTE!



Asociación para el Avance de la Ciencia y la Tecnología en España. <http://www.aacte.eu>



CRÍTICA DE LIBROS

CIELO DE OCTUBRE

Homer Hickam Jr.

Germán Sastre

Instituto de Tecnología Química UPV-CSIC.
gsastre@itq.upv.es

Título: Cielo de octubre.

Autor: Homer Hickam J.

Editorial: Ediciones B, www.edicionesb.es

ISBN: 84-406-9012-6

Páginas: 487

3,2,1, ¡ignición!. El pequeño cohete construido por aquellos adolescentes se elevó apenas un par de metros, desvió su trayectoria, y al punto explotó en mil pedazos dejando como ecos de la explosión algo de metralla incrustada en los árboles del bosque, y un pequeño incendio en las afueras de la vieja casa de madera donde vivía el artífice de este fallido lanzamiento, Homer Hickam Jr. La voz se corrió rápidamente, como corresponde a los pueblos donde las noticias escasean, y éste era el caso de Coalwood, un pueblo minero en el corazón de West Virginia en los años cincuenta; y el consiguiente descrédito de Homer sólo le sirvió para afianzar aún más la enorme motivación que le llevaría, décadas después, a participar activamente en los avances de la ciencia aerospacial, su sueño hecho realidad.

Pero antes habrían de acontecer un rosario de vicisitudes, de las cuales unas pocas aparecen contadas en el libro cuya lectura, desde este rincón-tribuna, os recomiendo. Dicen que la virtud se afianza en las dificultades (*'virtus in infirmitate perficitur'*, en latín), al menos para las personas valerosas y luchadoras, y éste es -sin duda- el caso del autor de este libro autobiográfico donde la calidad de la prosa es sólo superada por el innumerable goteo de constantes y divertidas anécdotas que llevan a un grupo de amigos a ir construyendo cohetes más y más sofisticados, sin más ayuda que su ingenio, las facilidades propias de los talleres de metal en un pueblo minero; y todo ello a pesar de la oposición de los escépticos.

El talento del joven Homer es impresionante, y esto no sólo para proponerse un reto que a todas luces excede, con mucho, su capacidad, sino también para con-

vencer a un selecto grupo de seguidores escogidos entre sus amigos (incluyendo al mejor estudiante de ciencias de su clase), y saberlos dirigir acertadamente, coordinando esfuerzos y sacando lo mejor de cada uno. Liderar un proyecto no es fácil cuando se va de fracaso en fracaso, pero Homer fue capaz de ilusionar a sus amigos porque en cada cohete que fallaba fue capaz, con una genial perspicacia, de aislar las causas del fallo, para -posteriormente- tratar de comprenderlas y corregirlas. Homer fue capaz de ilusionar porque él mismo estaba enormemente ilusionado. No fue un chico brillante en sus estudios pero sí concienzudo y amante del trabajo bien hecho, dos virtudes inculcadas por sus padres desde su infancia. En un pueblo donde el dinero y las comodidades disponibles escaseaban, había que ingeniárselas para salir adelante aprovechando los materiales, arreglándose las cosas uno mismo, y eso -además- generaba la lógica camaradería de prestar utensilios e intercambiar favores, sin los cuales era difícil apañarse, y que ayudaban a desenvolverse entre un clima de cierta generosidad, aunque no faltaban tampoco las broncas, enfados y peleas a puñetazo limpio que podían fácilmente acabar en la enfermería, en el mejor de los casos.

Entre todo este ambiente, ya de por sí denso, todavía hay sitio para más: los conflictos laborales de una época dura, y que tocaron de manera drástica a la familia Hickam por ser Homer (senior) el superintendente de la mina de carbón. Entre otras cosas, el trabajo siempre significaba más de 60 horas semanales, y a veces más de 70. Sin contar con las preocupaciones derivadas de la responsabilidad del cargo, es de comprender la oposición del padre a los "juegos" de su hijo. Si a eso le añadimos los destrozos en la finca



derivados de los muchos lanzamientos fallidos, así como derrames de productos en el fregadero de casa y otras trastadas, el resultado es bastante predecible. Pero, lo dicho, "nobleza obliga", y -como no podía ser de otra manera- el testarudo quinceañero no cejó en su empeño, doblegando incluso, al final, la oposición de su padre que pasó a ser un aliado de excepción. La situación familiar, no obstante, se resintió desde el principio por la situación y condiciones laborales. Los gritos estaban a la orden del día, y la relación entre los hermanos era pésima, hasta el punto de que el autor explica en el prólogo del libro que sólo con el permiso de su hermano pudo atreverse a contar los detalles de tan áspera convivencia. Lo cierto es que lo pone "a caldo". Por si todo esto fuera poco, súmesele el intento de asesinato al padre ("una bala de rifle atravesó la ventana de la sala de estar y se incrustó cerca de la cabecera del sofá instantes después de que se hubiera levantado para ir al baño") y una amenaza de ruptura matrimonial. Sacar adelante, ¡y de qué manera!, un proyecto de investigación científico-ingenieril al más alto nivel en un pueblo olvidado de West Virginia a mediados de los cincuenta, es una hazaña merecedora de todos los elogios.

Parte de dicho trabajo científico-ingenieril incluyó el estudio de los tamaños y geometrías de los cohetes, las cantidades relativas de combustibles, su poder energético, la temperatura de ignición, los problemas derivados de la corrosión en el metal del que está fabricado el cohete, el estudio dinámico de los gases de escape en una tobera dependiendo de su geometría, los procesos de preparación y secado del combustible, y un largo etcétera. Cada poco tiempo (algunas semanas) se completaba la fabricación de un nuevo cohete que venía, por lo general, a resolver un problema y enfrentar otros nuevos. Pero con el paso de los meses, a partir de la primera docena de lanzamientos, las cosas comienzan a ir mejor. Mientras tanto, la voz se va corriendo y en la escuela secundaria los chicos del grupo (ya conocidos como "Big Creek Missile Agency", BCMA) comienzan a ser tomados en serio. Históricamente, la coincidencia del éxito del Sputnik soviético significó dos buenas noticias para nuestros chicos: la ciencia espacial pasaba a ser algo interesante, y los Estados Unidos iniciaron un

esfuerzo en la enseñanza secundaria como parte de la respuesta a la carrera espacial, en aras de cultivar una generación de americanos mejor preparados para el éxito tecnológico. Esta última "llamada" del Presidente a todas las escuelas fue secundada con interés, pues de lo contrario no habrían llegado sus ecos a la escuela secundaria de Big Creek, cerca de Coalwood. El cambio en los planes de estudio tuvo un efecto catastrófico para los anteriores líderes de la escuela: los jugadores de fútbol (americano, claro), que quedaron relegados a un segundo plano. Por cierto el hermano de Homer, John, era uno de los mejores jugadores y estas noticias no contribuyeron a apaciguar los ánimos entre los hermanos sino más bien al contrario. Parte de la catástrofe de los jugadores de fútbol era que iban a ligar menos con las chicas del instituto, y, por cierto, el libro es prolijo en todo tipo de detalles sobre cómo se las ingeniaban unos y otras en estos menesteres: todo un documento histórico. Pues bien, al albor del nuevo interés en las asignaturas de ciencia y técnica, y con ocasión de las ferias-concurso establecidas en el condado, una profesora decide ayudar a nuestros chicos de la BCMA, y después de ciertos pedidos a bibliotecas consigue para ellos... ¡un libro sobre cohetes!. Como lector, me maravillo de todo lo que esta panda llegó a construir y hacer funcionar sin la ayuda de un sólo libro. El libro que llega a sus manos fue sólo uno, pero fue una buena elección. Contenía parte de la ciencia de cohetes conocida hasta el momento y los capítulos sobre diseño de toberas fueron cruciales para mejorar este delicado punto en los diseños posteriores. A partir de este crucial momento los cohetes comienzan a funcionar a la perfección, alcanzando alturas superiores a los dos y tres kilómetros, y ejecutando las trayectorias previstas. Luego vienen las ferias-concurso del condado, del estado y nacional. Los chicos de la BCMA acaban ganándolo todo y consiguen mucho más. Casi 500 páginas que se devoran a gran velocidad. Una vez más la realidad supera a la ficción.



Publicamos tu reseña

Si quieres ver publicada tu reseña sobre algún libro científico que hayas leído recientemente, y te haya parecido interesante envíanosla a la dirección: gsastre@itq.upv.es

O si quieres recomendar algún libro o algún enlace de internet relacionado con algún tema científico, aunque no desees escribir ninguna reseña, comunícanoslo igualmente.

