

Apuntes de CIENCIA y Tecnología

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

Número 12, septiembre de 2004

ISSN: 1577-6794

Contenido:

	Pág.
<u>CORRESPONDENCIA</u>	4
<u>NOTICIAS DE LA AACTE</u>	8
Documentos de la AACTE: Reforma de la LOU y Programa Ramón y Cajal: 8. Reforma de la LOU: en defensa de la igualdad de oportunidades en la contratación del profesorado universitario: 8. El Programa Ramón y Cajal a debate: 12. Reunión de la AACTE con el Secretario de Estado de Universidades e Investigación: 16. Propuesta de normativa sobre conflicto de intereses: 17. La AACTE envía una carta al Secretario de Estado criticando las condiciones de renovación de la convocatoria de becas FPU: 19. Informe elaborado por la AACTE sobre la situación de la I+D en España a petición del IDR: 20.	
<u>OPINIÓN:</u>	
Política de contratación y exigencia de responsabilidades , por Luis Santamaría	22
Reforma de la habilitación, ¿dónde estamos? ¿Hacia dónde vamos? , por Eulogio Oset	23
El binomio investigación básica – desarrollo tecnológico , por J.M. Albella y F.J. Gordillo Vázquez	24
Investigación biomédica: enredos territoriales , por Enrique J. de la Rosa	27
<u>NOTICIAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA</u>	29
Movimientos institucionales a favor del acceso libre a la literatura científica: 29. Más sobre células madre y clonación terapéutica: 30. Jornadas Europeas del Patrimonio: 31. El archivo del clima: 32. Francia: reforma de la investigación, pero menos: 33. Breves: 34.	
<u>ARTÍCULO:</u>	
La luz sincrotrón: una herramienta extraordinaria para la ciencia , por Alejandro Gutiérrez, José Ángel Martín Gago y Salvador Ferrer	37
<u>EL RINCÓN PRECARIO</u>	47
<u>CRÍTICA DE LIBROS:</u>	
“Evolución. La base de la biología” , de Manuel Soler (editor), por José Luis Yela	49
“Medio ambiente y sociedad. La civilización industrial y los límites del planeta” , de Ernest García, por Ricardo González Villaescusa	56



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

<http://www.aacte.es>

© 2004 AACTE

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

Se pueden hacer tres tipos de contribuciones a la revista “Apuntes de Ciencia y Tecnología”: a) cartas; b) artículos de opinión; y c) artículos científicos. No es necesario ser socio de la AACTE para contribuir a la revista. En todos los casos los textos y figuras deberán ser enviados por correo electrónico al director, a la dirección a.gutierrez@uam.es. 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 400 palabras. El contenido de las cartas deberá estar relacionado con algún artículo o carta publicado en algún número previo de “Apuntes de Ciencia y Tecnología”, de forma que fomenten el debate y el intercambio de ideas sobre los contenidos de la revista. También se aceptarán cartas relacionadas con algún tema debatido en cualquier foro promovido por la AACTE, como sus listas de correo electrónico, así como con otros temas de actualidad o interés relacionados con la Ciencia y la Tecnología en España. En estos casos, y si la Dirección lo considerara más adecuado, se propondrá a los autores la inclusión de los textos en la sección de “Opinión” de la revista. 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 2000 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 esté de acuerdo con las ideas defendidas por la AACTE y reflejadas en sus estatutos, que pueden consultarse en la página web de la asociación (www.aacte.es). También se aceptarán aquellos otros artículos que discutan o critiquen científica y correctamente las ideas dominantes en la AACTE.

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, un resumen y una lista de referencias, y 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 un especialista de la misma área de conocimiento o de un área afín, quien aconsejará sobre su publicación.

DIRECTOR

Alejandro Gutiérrez

SUBDIRECTORESMiguel Ángel Cambor, Rosario Gil,
Amelia Sánchez Capelo**REDACTORES JEFE**Miguel Ángel Cambor (Noticias de
Ciencia y Tecnología), Rosario Gil
(Rincón Precario), Pablo Aitor Postigo
(Noticias de la AACTE), Amelia
Sánchez Capelo (Artículos Científicos),
Germán Sastre (Crítica de Libros)**REDACTORES**Irene Barinaga (Rincón Precario),
Daniel Farías (Artículos Científicos),
Ricardo González (Noticias de Ciencia
y Tecnología), Rosendo Vilchez
(Noticias de la AACTE), José Luis
Yela (Crítica de Libros)**CONSEJO EDITORIAL**Rafael Alonso, Antonio Aparicio,
Eugenio Degroote, Antonio Delgado,
Carmen F. Galaz, Juan F. Gallardo,
Cristina García Viguera, Julio
Gutiérrez, María Manzano, Pedro
Martínez, Arcadi Navarro, José Niño
Mora, Rafael Rodríguez Puertas, Luis
Rull, Luis Santamaría**JUNTA DIRECTIVA DE LA AACTE**Presidente: Amelia Sánchez Capelo
Vicepresidente: Jordi Pérez i Tur
Tesorero: Pablo Aitor Postigo Resa
Secretario: Rosendo Vilchez Gómez
Vocales: Máximo Florín Beltrán,
Rosario Gil García, Germán Sastre
Navarro

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.es>

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.

© 2004 AACTE

Para cualquier asunto relacionado con
la revista, contactar mediante correo
electrónico con el Director, en la
dirección a.gutierrez@uam.es

Los números atrasados pueden
consultarse en la página web de la
AACTE: <http://www.aacte.es>

Han pasado ya más de seis meses desde que el PSOE ganó las elecciones. El cambio de Gobierno produjo grandes expectativas en la comunidad científica española gracias a la ilusión que despertaba el proyecto de J.L. Rodríguez Zapatero. Este clima de ilusión se veía correspondido por las declaraciones del actual presidente cuando manifestaba sonriente que se dio cuenta de que ganaría las elecciones al ver la acogida de su presentación en el CSIC. Sin embargo, seis meses después, la ilusión se está transformando en desconfianza al ver que la principal promesa electoral de Zapatero en I+D, el aumento del gasto para investigación en un 25%, no se ve claramente reflejada en los presupuestos de 2005.

Hay que ser cautos en el uso de las cifras, pero todo da a entender que el aumento en gasto de I+D civil, excluyendo el capítulo VIII (préstamos a empresas) va a quedar en torno al 6%, mientras que el gasto financiero aumentará en torno al 19%, incluyendo el gasto militar. En este sentido, el PSOE se comprometió cuando estaba en la oposición a desgajar los gastos militares destinados a fabricación de armamento del cómputo de gasto en I+D. Sin embargo, según el “*Informe sobre los presupuestos de I+D civil y militar en España*”, presentado por la Fundació per la Pau, esto no ha sido así, manteniéndose la misma tendencia que en los últimos gobiernos del PP. De hecho, según dicho informe, cinco empresas relacionadas con la industria militar se llevarían el doble de recursos que el CSIC y todas las universidades juntas.

Según la OCDE, España es el país desarrollado que más ha incrementado su presupuesto de I+D militar, convirtiéndose en el segundo país desarrollado que más gasta en I+D militar (en relación al PIB), sólo superada por EEUU. El PSOE se comprometió cuando estaba en la oposición a disminuir la proporción de gasto militar. Hay que recordar que a finales de 2002 el PSOE presentó una proposición no de ley para que ese gasto se destinase a investigación civil en universidades y OPIs. Todo da a entender que el actual Gobierno está manteniendo una política que el PSOE criticó muy duramente desde la oposición.

Si la cuestión del gasto en I+D es importante, todavía lo es más que se garantice un uso adecuado del mismo, tanto en el sector público como en el privado. En primer lugar, ha de haber mecanismos que garanticen que el gasto en el sector privado se dedica efectivamente a I+D y no a fabricación o control de calidad. En segundo lugar, tanto para el sector público como para el privado debe mejorarse la transparencia en la adjudicación de financiación a proyectos de investigación y en la evaluación, tanto previa como posterior, de estos proyectos. Los criterios han de ser objetivos, públicos y transparentes y la adjudicación o denegación de financiación ha de ser también pública y razonada, sin que se recurra a frases generales vacías de sentido. Queda mucho por mejorar y no se están viendo iniciativas del Gobierno en ese sentido.

CORRESPONDENCIA

Historias para no dormir: las desventuras de un Ramón y Cajal, o cómo chocar contra el muro del sistema sin lograr atravesarlo

*Compagnons des mauvais jours,
rêvez
dormez
moi, je prends ma casquette
et je m'en vais*

(Jacques Prevert, Paroles)

Esto dice algo así como: “compañeros de los malos tiempos, dormid, soñad, yo me pongo la boina y me voy”.

Soy de la primera generación del Programa Ramón y Cajal. Más bien, era. Lo he intentado todo. Me presenté a acreditaciones estatales y a acreditaciones autonómicas, ambas con éxito. Como no me reconocían el **doctorado inglés**, hice uno nuevo en España, sólo para descubrir que entonces no me reconocían mis **25 años de profesor de universidad en Inglaterra** y que mis muchas publicaciones internacionales no servían para nada. Presenté mi tesis doctoral británica a homologación y siete meses más tarde me escribieron diciendo que la habían recibido. Supongo que dentro de otros siete meses me dirán que falta una póliza de tres pesetas. Me aceptaron para habilitaciones a titular principiante, pero me dio pampurrias el ponerme a hacer una memoria de investigación, una memoria docente y preparar un temario para el examen y no me voy a presentar a la oposición. El instituto de investigación en que estoy me quiso retener pero no tenían presupuesto para la cofinanciación. De momento no me ha sido posible presentarme a ninguna de las plazas que han salido en mi campo. Tal vez ni las vuelva a haber. Así que me puse a buscar trabajo en **Inglaterra** y me ofrecieron **dos cátedras**. Como es lógico, he aceptado la que me paga más, con lo que voy a triplicar mi sueldo con respecto al contrato Ramón y Cajal. Si alguno de vosotros aparece por la universidad de Kent, en Canterbury, puede contar con mi compañía para tomar unas cervezas y hablar mal de la burocracia española. Yo invito, por supuesto.

A mí me gusta vivir en España, en especial en Barcelona. Si algún día a este país le entra un arrebató de sentido común, pueden contar conmigo, aunque me paguen mucho menos que los ingleses. ¡Que de ilusión también se vive, caramba! (Por no decir una palabra más normal y menos a tono con nuestra exquisita sensibilidad).

*Cecilio Mar Molinero
Universidad Politécnica de Cataluña
Nueva dirección: Univesidad de Kent*



Integrarse en la universidad española

Para los lectores salseros, cuando se habla de que el personal que se incorpora a las universidades debe “integrarse”, me viene al recuerdo una de las canciones más famosas de Rubén Blades, “*Chica plástica*”. En un concierto en directo Blades dice que cuando escribió la canción se la presentó a su productor y éste le dijo que “la veía muy larga”. Y sigue: “hombre, yo no es que quiera compararme, pero imagínense ustedes a Cervantes presentándole El Quijote a su editor y que éste le dijera - a ver, Miguel, esto está muy grueso muchacho, quítale página hombre; por ejemplo, la parte de los molinos fuera, que eso la gente no lo va entender...”.

Seguro que Einstein no se integraría en la universidad española porque no encajaría en ningún grupo de investigación, y además con esos pelos le pegarían un buen repaso en el tribunal calificador. A Fleming nadie le firmaría la carta de aceptación porque para eso de la penicilina hacen falta muchos equipos y ¿quién paga los limones? ¿Dónde iría Stephen Hawking con sus dificultades para hacer amigos? Gates tampoco se comería un rosco por estas tierras, porque eso de empezar en un garaje no se lo homologa ni la UNED...

En fin, que para los resultados que nos han proporcionado los integrados, a mí me gustaría ver mucha desintegración.

Luis A. Pérez Carrasco
Socio de la AACTE
Agricultura y Nutrición de Galicia, S.L.



Baremos a medida

A pesar de una nueva ley donde se recogen figuras con capacidad predominantemente investigadora, las universidades siguen haciendo lo que quieren. A continuación incluyo los baremos para la figura de Profesor Contratado Doctor y de Profesor Ayudante Doctor de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid:

Profesor Contratado Doctor:

- Formación : hasta 2 puntos
- Actividad Docente : hasta 2 puntos
- Actividad Investigadora : hasta 2 puntos
- Otros méritos: hasta 1 punto
- Grados de Adecuación a las necesidades de la plaza : hasta 3 puntos

Profesor Ayudante Doctor:

- Formación : hasta 4 puntos
- Actividad Investigadora : hasta 1 punto
- Otros méritos: hasta 2 puntos
- Grados de Adecuación a las necesidades de la plaza : hasta 3 puntos

Así que sólo contando cosas tan ambiguas como “otros méritos” y “adecuación” otorgan 4 puntos, llegando a 5 en el caso de Ayudante. ¿Por qué no otorgan 4 ó 5 puntos a la investigación tal cual?

Amelia Sánchez Capelo
Presidenta de la AACTE
Hospital Ramón y Cajal, Madrid



Sobre la reforma de la habilitación

Coincido con los rectores en que la habilitación, tal cual está ahora, es muy cara, y cae por su propio peso que se deben cambiar aspectos de la misma. De hecho acabo de vivir la experiencia de presentarme a una prueba de habilitación a cátedras en Terrassa: cuarenta y tantos titulares o equiparados del área de conocimiento perdieron algún tiempo en preparar papeles; veintiuno se “lanzaron” y fueron al menos dos veces a Terrassa (yo, tres; otros, cinco). En este curso académico, los veintiuno no hemos hecho otra cosa, casi, que hacer papeles, estudiar LOU, preparar y ensayar presentaciones en *pdf* de nuestro CV, y preparar un tema de investigación en la tradición de unas oposiciones (no exactamente como un paper para un workshop); en ese tiempo, asistencia a poquitos congresos, cero estancias prolongadas fuera, y, si te invitaban a algún sitio, siempre con el compromiso de poder cancelarlo si al final te convocaban precisamente para esos días.

Dos de los concursantes han obtenido las plazas convocadas; los cuarenta restantes quedan emplazados para Córdoba, quizás en otoño (dos habilitaciones) y los treinta y ocho restantes para, quizás, primavera, en Salamanca (dos habilitaciones). ¡Y eso que para cátedras no hay ejercicio sobre proyecto docente! No hablemos de los miembros de las comisiones, en ocasiones con más de cien candidatos presentados. ¿Pueden producir y tomarse en serio la habilitación al mismo tiempo? ¿Es productivo para el sistema tener a tanta gente con la cabeza en la *tournee* y en cómo costearse excursiones por los más variados rincones del Estado?

Yo creo que no; y todos los que estábamos concursando, y todos los miembros de la comisión en la que concursé, coincidían: así, esto es un despropósito. El que algunos quieran aprovechar esa hipótesis para llevarse el agua a su molino, y sustituir la habilitación por un café-para-todos-empezando-por-mis-amigos es bien diferente. Hay que estar muy atentos a lo que se nos viene encima y vigilar los pactos entre nuestros dirigentes políticos y universitarios. Pero, si queremos que se nos escuche, deberíamos proponer una racionalización del sistema de habilitación actual.

Emilio Carrizosa
Socio de la AACTE
Universidad de Sevilla



Me encontraba realizando una estancia breve en una universidad alemana cuando aquí en España se debatía el tema de las habilitaciones. Así que tuve la oportunidad de comentarlo con mis colegas de allá. Como es conocido, Alemania es uno de los países donde se aplica de forma mas rigurosa un sistema anti-endogamia. Cuando un profesor contratado (previa selección en base a sus méritos por un panel de la universidad contratante) desea pasar a una posición permanente, al finalizar su contrato debe habilitarse, proceso que se realiza en su propia universidad por profesores de dicha institución (barato ¿no?, considerando lo que se comentaba sobre los costes de la habilitación de la LOU ...). Una vez habilitado debe buscar su futuro obligatoriamente fuera de esa universidad y debe, por tanto, enviar su CV a otras instituciones, o presentarse cuando vea que se ofrecen plazas en otros sitios. La oferta de plazas para posiciones permanentes se hace con la mayor publicidad y, necesariamente, será ocupada por alguien de fuera, ya que los habilitados de la universidad ofertante están obligados por ley a buscar la posición permanente fuera de ella. El proceso para pasar a una posición permanente pasa por una criba de candidatos, en base a los CV, y a un grupo de 4-6 finalistas, se les entrevista, dan una clase, charla, etc... y se selecciona al que mejor se adapta a lo que la universidad ofertante busca. Considerando de partida que ya fueron todos habilitados en sus Universidades y, por tanto, todos cumplen con un mínimo de calidad demostrada. La habilitación es un proceso personal, no depende de plazas ofertadas, es un paso de nivel, a fin de cuentas es como una

nueva Tesis, donde el candidato muestra el nivel adquirido en su fase postdoctoral y su proyecto de investigación pasado, presente y futuro. Por lo general se pueden ver forzados a habilitarse cuando terminan un periodo de contrato en una universidad después de haber regresado de realizar una estancia postdoctoral en el extranjero. Y además ya cuentan con suficiente curriculum. Para acabar (y esto es lo que creo que puede tener interés para los que hayáis leído hasta aquí) actualmente se han levantado, según me decían, muchas voces críticas contra este sistema (gente a la que no se puede tachar de caliente-sillones preocupados por colocar a los amiguetes,...), que ellos también empiezan a tachar de perverso, pues les obliga a prescindir de buenos investigadores, que encajan en los grupos, que producen, etc, debido a la obligatoriedad de tener que irse fuera para poder tener una posición permanente. Como suele decirse, en el término medio esta la virtud, ¿no?

José Antonio Cuesta
Socio de la AACTE
Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía



Dudo que una eventual reforma del sistema de habilitaciones pueda contribuir de forma significativa a la apertura del sistema: no creo que, a la hora de la verdad, se pueda interferir en el poder local desde regulaciones nacionales. Creo que, independientemente de estas últimas, los grupos dominantes en cada centro continuarán promocionando a quienes consideren oportuno, salvo excepciones. Incluso con el sistema de habilitaciones actual, la última palabra la tiene el departamento. En mi opinión, la solución tiene que venir por la vía de un sistema de incentivos serios a la investigación de calidad, como los existentes en los países punteros en ciencia y tecnología. Hablando de un sistema que conozco, no creo que, por ejemplo, en las mejores universidades de EEUU los profesores sean más honestos ni tengan unos principios más elevados que los nuestros. Si suelen contratar y promocionar a los mejores creo que es porque les interesa hacerlo así, y porque no se pueden permitir el coste de hacer lo contrario.

José Niño Mora
Socio de la AACTE
Universidad Carlos III de Madrid



Presupuestos 2005 y fondos FEDER

Como es bien sabido, nuestro nuevo Gobierno prometió, en su campaña electoral, un aumento en los fondos de I+D del 25%. Con independencia de que sea o no cierta la intención, a mí me preocupa un aspecto en el que no había caído antes y sobre el que quizás interese reflexionar.

Es estupendo, por lo menos malo no es, que se aumente el presupuesto de I+D aunque con todos los condicionantes de los que siempre hablamos: que haya evaluación y responsabilidad, que sea I+D real y no camuflada... Pero mi duda fundamental viene de que la I+D real se ha nutrido en gran medida de los Fondos FEDER. Si el dinero que se gasta en España en I+D es Estado+Fondos FEDER, cuando éstos desaparezcan ¿cómo quedará el presupuesto de I+D sobre PIB? Me temo que el 25% llegará a compensar, quizás ni eso, la pérdida de fondos FEDER, es decir, el mayor esfuerzo inversor del Estado puede ser que sirva para mantenernos tal y como andamos.

Todo esto no es más que una especulación pero podría ser interesante disponer de un

estudio detallado sobre el impacto que la supresión de los fondos FEDER puede llegar a tener en nuestro sistema de I+D

Jordi Pérez Tur
Vicepresidente de la AACTE
Institut de Biomedicina de Valencia-CSIC



Instituto Español de Oceanografía

Estimado amigo:

En el nº 11 aparecen varias veces, en diferentes secciones, referencias sobre los OPIs, nombrando a casi todos ellos menos al Instituto Español de Oceanografía, OPI que fue fundado en 1914 y desempeña un importante papel en las actividades relacionadas con las ciencias marinas en España, a cuyo desarrollo ha contribuido financiando con sus propios fondos a la comunidad nacional (no sólo institucional).

Gregorio Parrilla
Instituto Español de Oceanografía



Fe de erratas

- En el número anterior de Apuntes se deslizó un error en el título del artículo de Yann Moulrier Boutang, “*La rebelión de la inteligencia*”. En un primer momento apareció como título “*La rebelión de los poderosos*”. Enseguida se reparó el error en el ejemplar de la revista que figura en la página web de la AACTE, y se distribuyó el ejemplar corregido por correo electrónico. Es posible, no obstante, que queden aún en circulación ejemplares con el error, en cuyo caso se ruega sustituirlos por el ejemplar correcto, que puede bajarse del enlace <http://www.cica.es/aliens/aacte/revista/rev11.pdf>
- En el mismo artículo aparece equivocada la dirección de corr-ele de su traductor, Ricardo González Villaescusa, que debe ser “ricardo.gonzalez@ya.com”, en lugar de “ricardo_gv@teleline.es”.
- En la sección *Crítica de Libros* del mismo número de Apuntes aparece incorrecta la afiliación del autor de la crítica, de nuevo Ricardo González Villaescusa. Su adscripción correcta no es la Université de Tours, sino la Unité Mixte de Recherche “Archéologies et Sciences de l’Antiquité”, centro mixto del CNRS, la Université Paris I y la Université Paris X.

NOTICIAS DE LA AACTE

Documentos de la AACTE: Reforma de la LOU y Programa Ramón y Cajal

Durante los últimos meses se ha producido un intenso debate en el seno de la AACTE sobre dos temas de especial trascendencia en el ámbito de la investigación en España: la reforma de la LOU y el Programa Ramón y Cajal. En el primer caso, el gobierno ha comenzado ya el proceso de discusión y debate que desembocará en la reforma de la actual Ley de Universidades. Uno de los aspectos que va a modificarse es el de la contratación del profesorado universitario. La AACTE es especialmente sensible a esta cuestión, ya que uno de los objetivos de la asociación es velar por la aplicación de los principios de máxima difusión de las convocatorias, transparencia de las resoluciones, méritos contrastados de los candidatos e igualdad de oportunidades de todos los aspirantes. En el segundo caso, el Programa Ramón y Cajal, se ha sobrepasado ya el ecuador de la primera convocatoria sin que se hayan establecido mecanismos para estabilizar a los investigadores contratados en la misma, hecho especialmente preocupante en un Programa que tenía como objetivo atraer a investigadores de calidad al sistema español de I+D.

El debate sobre estos dos temas fue canalizado a través de sendas comisiones de trabajo, con el objetivo final de elaborar un documento que reflejara la opinión mayoritaria de los socios de la AACTE. El proceso de elaboración de estos documentos se ha prolongado durante los meses de verano. Presentamos a continuación ambos documentos.

Reforma de la LOU: En defensa de la igualdad de oportunidades en la contratación del profesorado universitario

Documento elaborado por la AACTE

Parece haber un acuerdo generalizado sobre la necesidad de reformar el procedimiento que la LOU estableció para seleccionar al profesorado docente e investigador (PDI) de la Universidad. La reforma que introdujo la Habilitación supuso el reconocimiento explícito por parte del anterior Gobierno de que los responsables universitarios eran incapaces de asegurar la selección de dicho PDI funcionario sobre la base de los criterios constitucionales de igualdad, mérito y capacidad. Esta prueba previa fue introducida ante el convencimiento de que, si bien era imposible eliminar la endogamia, al menos se podía garantizar un elevado nivel mínimo para acceder a las plazas de PDI funcionario. Somos conscientes de que en la Universidad existen amplios sectores, de todo color político, que siguen interesados en mantener el poder que les confiere su capacidad para seleccionar a sus potenciales votantes o para ampliar el número de los miembros de su clan. Se escudan para ello en la autonomía universitaria, un derecho constitucional que lejos de servir a la Universidad de pantalla frente a injerencias políticas, ha servido, desgraciadamente, para que el método de selección del PDI funcionario en la Universidad española pueda ser considerado como el peor de entre todos los de los países de nuestro nivel cultural y científico. Desgraciadamente, la experiencia acumulada determina que el procedimiento que en otros países permite a los departamentos universitarios seleccionar a su personal, sea aquí impensable. Ante esta situación, la AACTE, como asociación comprometida con el avance de la ciencia y la tecnología, desea contribuir al debate analizando los defectos que se han puesto de manifiesto y proponiendo las medidas que cree necesarias para paliarlos.

Criticas vertidas sobre el actual sistema de habilitación

El coste económico y académico de la Habilitación.

La crítica más generalizada que se ha señalado es que la habilitación resulta económica y académicamente costosa por su larga duración y por el alto número de funcionarios implicados. No resulta comprensible esta crítica entre quienes defendieron el sistema anterior, ya que éste era más económico porque a los concursos sólo se presentaban candidatos "de casa", generalmente uno; los "foráneos" que podrían haber concursado, pronto desistieron ante la evidencia experimental de que sus posibilidades eran mínimas en comparación con las del competidor que jugaba en casa. La mejor prueba de que la habilitación despertó la esperanza de los mejor cualificados es que a ella se

han presentado hasta decenas de candidatos por plaza. Y esta prueba de su bondad, paradójicamente, ha servido a sus enemigos para rechazarla. Si estos manejaran la aritmética tan bien como la demagogia, se habrían dado cuenta de que si a los antiguos concursos hubieran concurrido todos los que ahora han optado por la habilitación, cada uno de ellos habría gastado (en tiempo y dinero) casi N veces más para obtener alguna de las N plazas que ahora se han ofrecido en habilitación. El gasto de los miembros de las antiguas comisiones habría sido $5N/7$ veces mayor que el de la habilitación. Añádase a todo lo anterior que, por encima de cualquier consideración, la selección de un mal PDI es el mayor despilfarro que se puede cometer.

Número limitado de plazas para Habilitación

Se ha criticado que el número de plazas para habilitación sea limitado, de forma que aunque una comisión considere que hay un número de candidatos "habilitables" superior al convocado, los que no resultan habilitados deben repetir la prueba. Aunque esta característica parece reñida con la de un proceso de certificación de calidad, no de selección directa de candidatos, nosotros estamos convencidos de que los efectos positivos de limitar el número de plazas son mucho mayores que los negativos. Podría ocurrir que el nivel mínimo de los habilitados, si no existiera limitación, descendiera hasta la cota del peor de los "protegidos" por los miembros de la comisión. La habilitación se convertiría en un trámite similar al de los antiguos concursos y con ello desaparecería la única barrera que impide hoy a la Universidad española nombrar al más dócil de los candidatos locales, al margen de su valía. Por otra parte, creemos que los que tienen el máximo nivel deben habilitarse antes y tener mayores opciones de acceder a las plazas.

Se argumenta también que la limitación del número de habilitados disminuye la capacidad de las Universidades de seleccionar a los candidatos más adecuados. Debemos decir que esta crítica es difícilmente aceptable ya que el más adecuado debiera ser el mejor cualificado y eso es lo que debe garantizar la habilitación. Para ajustar el perfil de los habilitados a las especialidades solicitadas por cada Universidad, bastaría con que se estableciese con carácter general la especialidad del área de conocimiento de la plaza a concurso y que la comisión de habilitación indicara en su propuesta cual es la especialidad(es) de cada uno de los habilitados. Las comisiones de acceso de cada Universidad deberían limitarse a conceder la plaza al habilitado en la especialidad mejor evaluado en la prueba de Habilitación.

Nivel científico comparado entre los miembros de las comisiones y los candidatos

Algunos candidatos a la habilitación han criticado el nivel científico de algunos de los miembros de la comisión que les han juzgado, ya que se dieron casos de candidatos que superaban en currículo investigador a algunos de los miembros de la comisión. Puesto que esta incoherencia no resulta defendible, debería aumentarse el nivel curricular de los miembros de las comisiones de habilitación, permitiendo la participación de investigadores no universitarios, nacionales y extranjeros, que garantice el nivel de la comisión evaluadora.

Evaluación de la capacidad docente de los candidatos

La prueba de habilitación faculta para concurrir a concursos de acceso a cuerpos de funcionarios docentes universitarios, por lo que no cabe duda que la capacidad docente del candidato debe quedar demostrada antes de obtener un puesto docente de por vida. Lamentablemente, no existen métodos de evaluación de la capacidad docente comparables a los empleados en la actividad científica. Resulta tan absurdo considerar los años de docencia como muestra de su calidad como considerar los años de investigador (y no sus resultados) como garantía del nivel de la investigación. Usualmente en otros países se emplea el método de exponer un seminario o clase sobre un tema concreto, el mismo método empleado en la anterior LRU.

El método descrito en las pruebas de habilitación de la actual LOU, aparte de la consideración del historial académico, es la exigencia de un proyecto docente y la obligación de preparar un temario completo, previamente a la propia prueba. De esta manera la Habilitación cierra la puerta a los candidatos con un perfil investigador o de otros países que no quieran dedicar el esfuerzo a preparar una asignatura que probablemente nunca impartan. Premia así a las personas que ya imparten "su" asignatura favoreciendo las tendencias endogámicas. Por otra parte, la actual forma de evaluación de los proyectos docentes es ambigua y opaca, dando lugar a que la gente se pase de

forma secreta los proyectos docentes y favoreciendo que la evaluación de los méritos docentes sea totalmente artificial, en perjuicio de candidatos foráneos.

Un problema adicional radica en que, en la actualidad, un gran número de aspirantes a acceder a los cuerpos docentes de la Universidad se han visto forzados a optar por una carrera fundamentalmente científica, y en no pocas ocasiones el acceso a la experiencia docente les ha sido vetado. Esto es consecuencia de la escasa interacción que tradicionalmente ha habido entre OPIs y Universidades en España. Sin embargo, a nuestro parecer, no es la prueba de habilitación la que debe resolver esta desigualdad creada por el anterior sistema. Puesto que se ha definido en la LOU la figura contractual de Profesor Contratado Doctor (PCD) y Profesor Ayudante Doctor (PAD) con tareas prioritariamente de investigación, y la misma LOU reconoce como uno de sus objetivos la incorporación de científicos y grupos de científicos de especial relevancia en las Universidades (artículo 41.2.c), ésta debería ser la forma de acceso de aquellas personas que presentan un perfil investigador pero con una escasa experiencia docente, de forma que podrían incrementar dicha experiencia docente como paso previo a su participación en las pruebas de habilitación. Sin embargo, para que esta situación fuese posible sería completamente necesario reformar el actual sistema de selección de PCD y PAD.

Propuestas de mejora de la LOU

Pruebas de Habilitación

Las comisiones de habilitación de cada área deberían nombrarse por sorteo tan solo entre los PDI e investigadores funcionarios con mayor número de sexenios (el 25% superior del promedio de su área), permitiéndose además la participación de investigadores extranjeros.

Los miembros de las comisiones deberían comprometerse de forma explícita y legalmente vinculante a abstenerse de evaluar a aquellos candidatos con los que tengan un interés personal en el resultado de la evaluación, relación manifiesta de amistad, enemistad o cooperación científica directa, y su nombre se haga público al final del proceso selectivo. La Ley 30/1992 debe modificarse para permitir que sea obligatorio firmar por parte de los comisionados un documento donde se indique que no existe ningún **conflicto de interés** con el candidato, pero también se deben establecer mecanismos legales más claros de punición en el caso de prevaricación o corrupción.

Las Universidades deberían citar expresamente a qué especialidad corresponde cada plaza solicitada. Por su parte, para ajustar el perfil de los habilitados a las especialidades solicitadas por cada Universidad, la comisión de habilitación debería indicar en su propuesta cual es la especialidad(es) de cada uno de los habilitados. Las comisiones de acceso de cada Universidad deberían limitarse a conceder la plaza al habilitado en la especialidad mejor evaluado en la Habilitación, de manera que ninguna Universidad debería poder dejar desierto el concurso de acceso mientras haya candidatos habilitados con ese perfil de conocimiento. Tampoco debería permitirse que una Universidad retire su oferta de plazas una vez convocado el proceso de habilitación y, mucho menos, una vez conocidos los resultados de la misma.

Temario: en lugar de un temario completo de una asignatura debería solicitarse una clase sobre un tema del área de conocimiento correspondiente, a elegir entre un listado de 6 temas seleccionados al azar en el momento de convocarse el concurso.

Selección de profesorado contratado (PCD y PAD)

Aunque se ha discutido mucho sobre la habilitación, normalmente se dejan de lado el sistema de contratación de profesores no funcionarios. En la actualidad se exige la acreditación por méritos a través de la ANECA, como paralelo a la prueba de habilitación para profesores funcionarios. Pasada esta prueba, comisiones internas de las Universidades seleccionan al personal. Resulta ilusorio pensar que la endogamia en la Universidad se puede limitar en el cuerpo de funcionarios mientras se permite sin limitaciones en el cuerpo de contratados.

Es importante destacar que las competencias de los Profesores Contratados Doctores son muy similares a las de profesores funcionarios en cuanto a responsabilidad docente e investigadora. Además, el cuerpo de profesores contratados puede suponer hasta casi la mitad de la plantilla universitaria, aunque su representación en el claustro esté severamente limitada. Por ello creemos

que el profesorado contratado debe estar sujeto a los mismos estándares de calidad que el personal funcionario. Para garantizarlo, deberían introducirse de manera urgente una serie de reformas en el proceso de selección:

- Sistema de Acreditación transparente: la puntuación de los méritos debe ser pública antes de la acreditación, de tal manera que cada solicitante sabe a que escala puede optar. Además de aportar transparencia, esta medida evitaría saturar la agencia, al poder autoevaluarse previamente el candidato.
- Valoración de méritos: la obligación de haber tenido experiencia docente para poder acreditarse en las figuras de Profesor Ayudante Doctor y Profesor Contratado Doctor es una medida que favorece altamente la endogamia, al excluir desde las primeras fases a los candidatos eminentemente investigadores. Para estas figuras no debe exigirse experiencia docente previa puesto que suponen la única forma viable en que un investigador puede incorporarse a la Universidad.
- Comisiones de Contratación de las Universidades: tal y como está la ley estas Comisiones pueden estar constituidas por el 100% de miembros del mismo Departamento convocante (como está realmente ocurriendo), provocando una situación de clara inclinación hacia el candidato de la casa. La composición de estas comisiones debe estar mejor regulada, obligando a que formen parte de ellas al menos un 80% de miembros ajenos a la institución. De nuevo, el control sobre el conflicto de intereses debe ser establecido a este nivel.
- Baremo de Méritos: En la actualidad este baremo lo establece cada Universidad, apareciendo casos donde se evalúa hasta el 50 % aspectos tan indefinidos como "Otros Méritos" y "Adecuación" frente a la calidad científica y docente. Deberían establecerse unos mínimos comunes entre Universidades que permitan evaluar objetivamente al candidato, debiendo establecerse una clara predominancia de la calidad científica respecto de a la experiencia docente.

Aunque estas reformas son necesarias en el actual sistema de acreditaciones, existen otros métodos que permitirían la selección de profesorado contratado en función de los méritos científicos y en igualdad de oportunidades. Los actuales Programas Ramón y Cajal y Juan de la Cierva son excelentes en la selección de los mejores candidatos por áreas. La selección de todos los PCD y PAD a través de estos programas o utilizando criterios semejantes garantizaría la apertura universitaria hacia la calidad científica, así como la igualdad de oportunidades entre los candidatos.

Por último, queremos hacer especial hincapié en que el actual sistema de Habilitación no es el procedimiento ideal de selección de personal, aunque mejore sin lugar a dudas el procedimiento preexistente. En los países de nuestro nivel cultural y científico los departamentos universitarios seleccionan a su personal utilizando comisiones constituidas exclusivamente por personal de la propia universidad, garantizando al mismo tiempo la utilización de criterios de igualdad de oportunidades y selección por méritos. Pero en estos países, la financiación universitaria va apoyada por fuertes incentivos a la calidad investigadora de dichos departamentos, y el sistema de contratación incluye sanciones civiles e incluso penales a quienes cruzan la línea del conflicto de intereses. Desgraciadamente, la experiencia acumulada determina que este procedimiento de selección de personal, sea aquí impensable.

A pesar de todo, creemos que lo deseable a largo plazo sería que la Habilitación acabe siendo un procedimiento transitorio, reemplazado en el futuro por una selección de personal responsable por parte de cada Universidad. Para alcanzar este objetivo, los responsables universitarios deberían hacer una sincera autocrítica y permitir que el ministerio acometa, de una vez por todas, una reforma en profundidad que permita sanear las prácticas de selección del PDI y potenciar de forma efectiva la calidad docente e investigadora. Y los sindicatos deberían dejar de supeditar el derecho de sus afiliados a la estabilización laboral al derecho de todo trabajador a ser contratado conforme a sus méritos (derecho reconocido explícitamente por la Constitución).

Como sucediera con todas las grandes reformas políticas de nuestra historia reciente, las recientes iniciativas para combatir la endogamia han suscitado la encendida repulsa de aquellos sectores que se resisten a perder sus privilegios, cualesquiera que sean sus colores políticos. Ante este panorama, nos dirigimos al nuevo Gobierno con la esperanza de que, por encima de

compromisos políticos, sepa orientar las reformas para que se mejore la calidad del futuro profesorado universitario. De no ser así, creemos que la promesa de convertir la I+D en el motor de la economía española, no tendrá ninguna esperanza de hacerse realidad.

El programa Ramón y Cajal, a debate

Documento elaborado por la AACTE

El 19 de abril de 2001 vio la luz el Programa Ramón y Cajal, definido por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de entonces como un programa “*de contratación estable para investigadores*” (nota de prensa del MCyT el 18 de abril de 2001). Mediante dicho Programa se pretendía la incorporación a centros de investigación de 2000 doctores, en un periodo de tres años que finalmente han sido cuatro, con el objeto de “*fortalecer la capacidad investigadora de los grupos e instituciones de investigación y desarrollo*” (nota de prensa del MCyT el 5 de noviembre de 2003). Según palabras del entonces Secretario de Estado de Política Científica y Tecnológica, Ramón Marimón, el Programa se enmarcaba dentro de “*una política científica y tecnológica que transforme y dinamice nuestro país, nuestra capacidad de crear, difundir y aplicar nuevos conocimientos y tecnologías*”, que requería una actuación “*prioritaria sobre los recursos humanos en I+D+i*”. El nuevo Programa de incorporación de doctores suponía “*un avance diferencial en la articulación de la carrera del investigador en España y mejora notablemente las condiciones de trabajo y de remuneración de los sistemas de contratación*” hasta ese momento existentes, y fue acogido con esperanza, pero también con prudencia y un cierto grado de escepticismo, por la comunidad científica española. La oferta fue acompañada de la creación de dos figuras contractuales nuevas que permitían ofrecer a los investigadores contratos laborales, lo que suponía en teoría un notable avance respecto de la situación anterior, en que sólo podía utilizarse “*la forma genérica y poco definida de 'contrato de obra y servicios' o el apenas utilizado 'contrato en prácticas' [...]. En particular, la segunda introduce en España una forma de 'tenure track', es decir, asume que los doctores requieren un proceso relativamente largo, pero no indefinido, de maduración y evaluación antes de pasar a formas permanentes de contratación*” (extraído textualmente de las palabras del Sr. Marimón). Además, permitían a los científicos actuar como investigadores principales y dirigir sus propios proyectos de investigación.

La Asociación para el Avance de la Ciencia y Tecnología en España (AACTE) tiene como fines definidos en sus estatutos promover la calidad científica, la apertura universitaria y la inversión pública en investigación, así como vigilar el respeto a la legalidad en todos los aspectos de la investigación científica, con especial atención al sistema de selección de personal investigador. Por ello, y de acuerdo con nuestros fines como asociación, tras la presentación del Programa Ramón y Cajal en 2001 elaboramos un informe sobre el mismo, en el que se incluía nuestro apoyo al Programa, así como algunos comentarios y sugerencias que, a nuestro entender, podrían ayudar a alcanzar los fines pretendidos por el Ministerio. Una vez finalizado este primer periodo de vigencia del Programa, que parece va a ser mantenido en el futuro Plan de I+D+i 2004-2007 incorporando la valoración de los resultados del primer Programa, y en el que se pretende sin duda incorporar algunas mejoras sobre el plan original, frutos de la experiencia, la AACTE considera oportuno realizar un balance sobre dicho Programa que creemos puede resultar útil al Ministerio de Educación y Ciencia y a la comunidad científica. En cada uno de los aspectos evaluados, independientemente de la valoración que nos merecen, se presentan algunas sugerencias que creemos redundarían en la mejora de futuros programas de contratación de doctores.

La consideración de la capacidad investigadora

Uno de los aspectos más importantes, y sobre el que creemos se apoya el éxito del Programa Ramón y Cajal, ha sido la concesión del contrato a personas con capacidad para actuar como investigador principal, no a grupos ya establecidos con Proyectos de Investigación en marcha. Esta selección independiente del centro receptor permite en teoría la competencia científica entre investigadores con plaza permanente e investigadores con contrato temporal, aunque en la práctica esta competencia es casi inexistente, ya que los investigadores funcionarios y los contratados temporales son evaluados por sistemas diferentes. El sistema de evaluación de sexenios de investigación, está vetado a los investigadores contratados, aunque luego es utilizado como criterio de evaluación de calidad, mermando así la capacidad de los investigadores contratados para obtener

financiación para sus Proyectos de investigación, o la de dirigir tesis doctorales, ya que los investigadores en fases iniciales cuyas tesis pretenden dirigir tendrán menos posibilidades de obtener una beca, por poner dos ejemplos. El número de tesis doctorales dirigidas es también considerado a la hora de evaluar la calidad investigadora pero, según la legislación actual, debe estar garantizado que el director de la tesis esté contratado durante todo el periodo de su realización. La falta de una relación contractual estable de los investigadores Ramón y Cajal supone una nueva traba.

Parece ser que, para facilitar la corresponsabilidad de los Centros en la futura contratación estable de los investigadores Ramón y Cajal, en las próximas convocatorias está estudiándose conceder los contratos a los Centros, con un perfil previo asignado. A nuestro modo de ver, esta forma de concesión de contratos desvirtuaría por completo el Programa, convirtiéndolo en otro contrato postdoctoral más pero eliminando la capacidad del Programa para atraer a investigadores ya formados que puedan realizar sus propios proyectos de forma independiente, repercutiendo negativamente en la valoración del Programa y de los actuales y futuros contratados.

Criterios de evaluación de las solicitudes

En cada convocatoria, dado lo competitivo del Programa (con hasta 30 solicitudes por contrato dependiendo del área) se levantan dudas sobre los métodos de selección y las decisiones de los comités de la ANEP. En general el proceso de evaluación es razonablemente limpio y libre de conflictos de intereses, pero con cierta frecuencia parece ponerse de manifiesto la existencia de criterios “ocultos” (por no transparentes, lo que no implica que sean necesariamente inadecuados) en los procesos de evaluación, lo que crea cuanto menos desconfianza y, casi siempre, falta de equidad en las evaluaciones de las distintas áreas.

Una forma de defender la calidad del Programa es exigir que todas las comisiones sean equitativas y, sobre todo, transparentes. Es decir, por una parte debería exigirse una puntuación mínima para los seleccionados, independientemente del área. Por otra, si es necesario dividir un área en subáreas, el reparto entre las mismas debería ser público y previo a la selección, y la ANEP debería hacer públicos los criterios empleados en cada área o subárea, las listas de los solicitantes con su calificación, y en general toda la información que ayude a garantizar la transparencia y el rigor de los métodos de selección. Ello sólo puede redundar en la mejora del Programa.

Preselección de candidatos y decisión de firma de contrato

Tras la evaluación realizada por la ANEP, el Ministerio presenta la lista de candidatos elegibles, formada por aquellos investigadores que han recibido las mejores calificaciones dentro de su área. Éstos deben alcanzar un acuerdo con aquellos Centros que han ofertado contratos y la decisión de la firma del contrato con el investigador preseleccionado por la ANEP se deja a los Centros de investigación. No está claro qué sentido tiene permitir a los Centros que no contraten a un investigador en el que ya han mostrado previamente su interés y que ha sido evaluado favorablemente, lo que deja al investigador indefenso ante un posible cambio de opinión de última hora por parte del Centro receptor, como ha ocurrido en alguna ocasión. En estas circunstancias, debería existir un periodo prudente tras la fecha límite de firma del contrato durante el cual tanto el investigador elegible como el Centro receptor puedan apelar al Ministerio para resolver el conflicto. Por supuesto, los Centros deberían aceptar de antemano, cuando se presentan a la convocatoria, la autoridad del Ministerio para obligarles a admitir un contratado dentro del Programa.

Tipos de contratación

A pesar de las declaraciones previamente citadas con respecto a la existencia de nuevas figuras de contratación que permitían la contratación laboral de investigadores durante un periodo de cinco años, los antiguos sistemas de contrato por obra y servicio o contrato en prácticas han seguido siendo utilizados por los centros contratantes. La indefinición que supone la nueva figura de investigador Ramón y Cajal hace que cada centro haya utilizado diferentes mecanismos para la contratación de estos investigadores, de forma que en muchos casos ni siquiera se les aplica el convenio colectivo del grupo correspondiente. En las Universidades, donde no existe la figura del investigador, es frecuente que los investigadores Ramón y Cajal hayan sido contratados bajo la categoría de “Técnicos Superiores de Investigación”, una categoría incluida dentro del Personal de

Administración y Servicios (PAS), aunque en sus declaraciones los responsables del Programa habían planteado que un contratado Ramón y Cajal debería ser “esencialmente como un profesor titular”. En el CSIC se han seguido usando los contratos en prácticas. Para evitar este tipo de situaciones y agravios comparativos, el Ministerio debería exigir a los Centros receptores la utilización de ciertas modalidades de contratación uniformes, que deberían aplicarse de forma retroactiva a los investigadores actualmente contratados, con el fin de garantizar una contratación homogénea.

Incorporación en los Centros

Resulta patente que, a pesar de los rigurosos sistemas de evaluación empleados para asegurar la incorporación de científicos de calidad, uno de los principales caballos de batalla de los actuales investigadores Ramón y Cajal sigue siendo tratar de conseguir un trato acorde con las promesas hechas por las instituciones participantes. La indefinición sobre la figura de los investigadores Ramón y Cajal hace que sean vistos por sus colegas con contratos estables como elementos extraños y amenazantes, con una difícil integración normal en la plantilla de sus Centros. No es extraño oír referirse a ellos como becarios Ramón y Cajal, y en muchos Centros han sido aceptados para trabajar como investigadores postdoctorales bajo la dirección de otro investigador, con lo que no pueden desarrollar sus propias líneas. En muchas Universidades no son considerados personal de plantilla, no tienen representatividad en los Consejos de Departamento ni en el Claustro Universitario, o ni siquiera disponen de un carné acreditativo de pertenecer a la comunidad universitaria, y deben enfrentarse con problemas que van desde la solicitud de espacio en despachos y laboratorios hasta la falta de libertad investigadora, en muchas ocasiones por falta de recursos y personal, agravada por la dificultad de solicitar Proyectos de Investigación propios. La concesión de una dotación económica inicial para poner en marcha el proyecto solicitado, supuso sin duda una mejora respecto a los anteriores Contratos de Incorporación, pero difícilmente es suficiente para poner en marcha un proyecto de investigación, por lo que su cuantía debería ser revisada y ampliada, dependiendo del campo de investigación. Siguiendo la misma línea argumental del punto anterior, creemos que el Ministerio debería exigir el cumplimiento de unos mínimos específicos en el trato hacia el personal contratado dentro del Programa Ramón y Cajal, y debería existir algún mecanismo de reclamación para que los investigadores afectados por situaciones que infringen dichos mínimos pudieran informar al Ministerio de sus problemas, de manera que exista una información centralizada sobre la política de los diferentes Centros.

Un futuro incierto

El Programa Ramón y Cajal se presentó en sus inicios como un equivalente al sistema anglosajón de *tenure-track*, en el que los investigadores seleccionados, obtienen un contrato temporal, financiación para poner en marcha su proyecto, espacio de trabajo y personal para crear un grupo de investigación; al final del periodo de contratación temporal, si reciben una evaluación positiva, obtienen un contrato indefinido.

De todo lo expuesto hasta el momento se deduce que en el supuestamente equivalente sistema *tenure-track* español, la única aportación garantizada es la del contrato temporal y una pequeña ayuda financiera que difícilmente sería adecuada para poner en marcha el proyecto propuesto en la mayoría de los casos.

La cofinanciación entre el Ministerio y los Centros receptores fue sin duda una decisión acertada, encaminada a compartir la responsabilidad ente ambas entidades, de forma que se vinculaba la oferta de los centros a su posible necesidad de cubrir plazas permanentes, favoreciendo el paso a una situación más estable. Sin embargo, ello no es posible con la actual indefinición en la carrera investigadora.

Parece que en esta nueva legislatura el CSIC va a ser reformado en profundidad, dando cabida a investigadores con contratos estables de forma paralela a los investigadores funcionarios. En la Universidad, sin embargo, la nueva LOU sigue sin admitir la figura del investigador, por lo que cualquier tipo de contratación estable implica una considerable carga docente, mediante las figuras de Profesor Contratado Doctor (PCD) o Profesor Titular. Sin embargo, puesto que la selección de los investigadores Ramón y Cajal se ha hecho de acuerdo con sus cualidades investigadoras, es posible que no obtengan la acreditación de la ANECA para acceder a plazas de PCD, aunque éstas

sean por necesidades principalmente investigadoras. Y en el caso de querer optar a una plaza de Profesor Titular, deberán desviar una buena parte de su tiempo para la elaboración de un proyecto docente para una asignatura que es probable que no tengan que impartir nunca, en detrimento de su labor investigadora. Por otra parte, aunque la LOU define la figura de Profesores Contratados Doctores para el desarrollo de tareas prioritariamente de investigación, se corre el riesgo de que esta única figura contractual con tareas investigadoras sea desvirtuada y utilizada por las Universidades para la contratación estable de antiguos investigadores Ramón y Cajal como docentes, con una merma significativa de su capacidad investigadora y poder adquisitivo. Por último, aunque el Programa Ramón y Cajal ha sido pionero en la contratación de investigadores que hayan obtenido su título de doctor en el extranjero, paradójicamente, para obtener un contrato estable según las figuras existentes en nuestra legislación es imprescindible la homologación de sus títulos de doctor, lo que implica un sinfín de pasos burocráticos que pueden alargarse durante años.

Sin duda este es uno de los puntos flacos del actual Programa Ramón y Cajal. Las numerosas entrevistas que los distintos colectivos de investigadores Ramón y Cajal han mantenido hasta el momento con vicerrectores universitarios, consejeros autonómicos, dirigentes del CSIC y altos cargos en los Ministerios implicados, sólo han permitido poner de manifiesto, en general, la falta de compromiso con el desarrollo actual y futuro de este Programa. Si realmente se pretende que este Programa sea *un avance diferencial en la articulación de la carrera del investigador en España*, el Ministerio debería definir el sentido concreto del *tenure-track*, articulando los mecanismos que faciliten, previa evaluación positiva de los resultados obtenidos, la continuación de los investigadores contratados, estableciéndose una carrera investigadora estable no necesariamente ligada al funcionariado o a la docencia en universidades, de forma que los investigadores sepan desde el principio lo que les espera.

Las evaluaciones deberían ser exigentes, no tanto a los dos años, donde sólo pueden esperarse resultados parciales, pero sí a los cuatro años, que podría incluir una presentación de los resultados en una conferencia, con debate al final. Pero además, debería también hacerse una evaluación de los centros, sobre el buen uso y el grado de corresponsabilidad en el Programa, penalizando de alguna forma a aquellos Centros que ven a los investigadores Ramón y Cajal como trabajadores temporales altamente cualificados con un bajo coste, que podría verse reflejada en la posibilidad de solicitar nuevos contratados en futuras convocatorias y en los “rankings” anuales de las universidades.

CONCLUSIONES

Como conclusión debemos destacar, como no podía ser de otra manera, nuestra valoración muy positiva de este Programa en su conjunto. Se trata de un plan necesario para el avance de la investigación en nuestro país, pero debido a sus complejidades en cuanto a competencias de las distintas instituciones implicadas, presenta algunos aspectos que creemos que pueden ser ampliamente mejorados. Tres de ellos merecen, a nuestro juicio ser destacados:

- La transparencia y el rigor en los criterios de evaluación de las solicitudes son garantía de la calidad del Programa. Por ello, consideramos que los criterios de evaluación deben ser previamente difundidos, a la vez que homogéneos entre las distintas áreas de conocimiento, y los resultados de dicha evaluación deben estar a disposición de los investigadores participantes.

- Gran parte del éxito del programa radica en la inusual competencia entre investigadores, y entre los Centros por atraer a los mejores científicos. Creemos que imponer perfiles más estrechos que las actuales áreas de la ANEP desvirtuaría el Programa. Asimismo, deben establecerse los mecanismos para que los Centros hagan efectivos los contratos ofertados.

- Es necesario dotar a nuestro país de una carrera investigadora coherente, en la que investigadores que han sido positivamente evaluados no vean peligrar sus puestos de trabajo debido a la falta de figuras contractuales, mientras que se reconoce simultáneamente la necesidad de incorporar investigadores para acercarnos al nivel de investigación de los países de nuestro entorno. A este respecto es importante destacar que la LOU, en su Título VII reconoce que la investigación es una de las funciones de la Universidad, y plantea como uno de sus objetivos *la incorporación de científicos y grupos de investigación de especial relevancia* (artículo 41.2.c). No parece, por tanto, que las “presiones docentes” debieran ser un impedimento para cumplir con este precepto de la Ley.

Reunión de la AACTE con el secretario de Estado de Universidades e Investigación, Salvador Ordóñez

El lunes día 5 de julio un grupo de socios (Antonio Delgado Huertas, Antonio Ferriz Mas, Alejandro Gutiérrez Delgado, Jordi Pérez Tur, Luis Rull Fernández y Amelia Sánchez Capelo) se reunieron, en representación de la AACTE, con el Secretario de Estado de Universidades e Investigación, Salvador Ordóñez, en el Ministerio de Educación y Ciencia. Ante la imposibilidad de la mayoría de los miembros de la actual junta directiva de desplazarse a Madrid el lunes 5, se solicitó a varios socios, miembros de anteriores juntas directivas, que asistieran a la entrevista.

La reunión duró una hora en un tono cordial y de interés mutuo por las diversas opiniones que iban surgiendo. Se comenzó tratando el tema de la endogamia y el problema que supone para la mejora de las instituciones científicas. Tras varias matizaciones sobre endogamia y nepotismo el secretario de estado comentaba que conocía bien el tema, puesto que él proviene de la universidad y que incluso ha sido víctima de ésta (en oposiciones a cátedra), ya que sintiéndose mejor que el candidato de la casa no sacó la plaza casa en varias ocasiones.

A este respecto comentó que aún no tienen definidas las reformas que quieren introducir a la Ley Orgánica de Universidades pero que es un tema muy complejo porque las competencias de las comunidades autónomas y universidades, también autónomas, restringen la capacidad del gobierno en materia de selección de personal. Comentó que el sistema de acreditaciones lo van a mantener y que están pensando hacerlo extensivo a todas las figuras investigadoras y docentes no sólo de universidades, sino también de los distintos organismos públicos de investigación. Se le recordó que también los investigadores de otros ministerios como los de hospitales deberían acceder a ellas. Sobre esto se le comentó la necesidad de hacer equiparaciones administrativas entre las distintas figuras para favorecer la movilidad.

Sobre el programa Ramón y Cajal comentó que lo iban a mantener, pero con algunas modificaciones, posiblemente introduciendo perfiles que favorezcan la integración con el centro. También comentó su deseo de darles salida una vez acabados los cinco años de contrato y que tiene muy presente que dentro de dos años acabarán los de la primera convocatoria. Cuando se le planteó sobre otros investigadores contratados como los asociados a los Fondos de Investigación Sanitaria (FIS) del Ministerio de Sanidad y Consumo, comentó que no era competencia suya.

Sobre los sistemas de evaluación comentó que quería potenciar la Agencia Nacional de la Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) y que se planteaba la posibilidad de que la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP) y la agencia que evalúa los sexenios, la Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI), estuviesen bajo una misma agencia, aunque lo comentó de forma muy vaga, como idea a valorar.

Una preocupación que tiene es cómo conseguir que la sociedad aumente su interés por la investigación que se realiza en España. Se habló de los grandes proyectos que se pusieron en marcha y que tiene intención de mantener. En este sentido se le comentó que existen una serie de puntos estratégicos en nuestra sociedad donde la investigación, su aplicación y el beneficio social son fácilmente entendidos y que estos puntos estratégicos deberían cuidarse más: como ejemplo, la investigación en los hospitales y su aplicación a la salud humana (descuidada en aspectos fundamentales como que no existe la figura de investigador en hospitales, a pesar de que éstos tienen plantilla con dedicación exclusiva a la investigación).

Se le entregó el documento sobre el conflicto de intereses (que también se presenta en este número de *Apuntes de Ciencia y Tecnología*) ante lo que comentó que sí, que había que mejorar el control del gasto y se le presentó la baremación de la universidad Rey Juan Carlos para la selección de profesores contratados. También se le presentó la editorial de *Nature* que habla del sistema científico español y se le dijo que la imagen de nuestro país se puede ver muy dañada desde el exterior si no se articulan sistemas parecidos a los que existen en Europa.

Aunque no dio tiempo a poder abordar temas con profundidad, sí que quiso entablar un canal directo de comunicación con nuestra asociación. Tiene la intención de sacar a debate las iniciativas más importantes y pidió que se le informara de nuestra opinión sobre ellas.

Como muestra de la invitación del Sr. Ordóñez, se le han hecho llegar diversas cartas donde se reflejan problemas concretos de la ciencia en nuestro país. Se le ha informado de la situación de

Cecilio Mar Molinero, investigador Ramón y Cajal, cuyo caso publicamos en este mismo número de la revista (véase la sección de Correspondencia). Asimismo, se le ha enviado una carta sobre la convocatoria de becas de Formación de Personal Universitario y los problemas que plantea dicha convocatoria para la renovación de las becas. Esta carta también se incluye en el presente número de *Apuntes*. Por último, también se le ha remitido el documento que se elaboró sobre la figura del investigador en los hospitales y que se publicó en el número 8 de *Apuntes de Ciencia y Tecnología*.

Propuesta de normativa sobre Conflicto de Intereses

Documento presentado al Secretario de Estado de Universidades e Investigación en la reunión celebrada el 5 de julio de 2004

La ley 30/1992, de 26 de noviembre de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, en su artículo 28, declara que las personas con interés personal en el asunto que se trate, con parentesco o que compartan despacho profesional, tengan amistad íntima o enemistad manifiesta, hayan intervenido en el proceso como perito o testigo o tengan relación de servicio con persona natural o jurídica interesada en el asunto, deben ABSTENERSE de intervenir en el proceso. En su artículo 29, se señala la recusación que puede expresarse por parte de los interesados.

Este sistema plantea diversos problemas. Por un lado, es frecuentemente incumplido en distintas actuaciones de las administraciones públicas relacionadas con la Investigación y el Desarrollo (I+D) y las universidades, con lo que su aplicación no es efectiva. Por otro lado, no existen mecanismos punitivos bien establecidos y de cumplimiento real. Además, con este sistema el interesado debe conocer con antelación los miembros de tribunales y comisiones, no siendo el caso en numerosas ocasiones de revisión por pares, tan frecuente en I+D (por ejemplo, evaluación de proyectos o de investigadores por la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva, ANEP).

El gobierno actual ha manifestado su intención de aumentar un 25% anual el gasto público en I+D. Sin embargo, para que este gasto no se convierta en reparto que no cumpla con los requisitos de calidad y mérito (que puede traducirse en despilfarro) deben establecerse, entre otros mecanismos, reglas sobre el conflicto de intereses que introduzcan básicamente dos conceptos:

1. Cada miembro de una comisión evaluadora debe firmar un documento que indique que no existe ningún conflicto de interés con la persona o proyecto evaluado.
2. Deben establecerse mecanismos más claros de sanción en caso de utilización personal de los fondos públicos en I+D, de prevaricación o de corrupción.

El punto 1 es substancialmente distinto del indicado en la ley 30/1992, ya que no es el interesado quien debe averiguar si un miembro del tribunal o comisión debe abstenerse, sino que es el propio evaluador quien debe indicarlo, al ser él quien realmente sabe si puede existir conflicto en el momento de la evaluación. Esto añade una garantía en la evaluación por parte de pares, tan necesaria en los sistemas de I+D.

A continuación proponemos un modelo normalizado de documento que deberían firmar los miembros de comisiones evaluadoras, así como el proceso que se debe seguir. Este control del conflicto de intereses debe implementarse tanto en las comisiones evaluadoras de contratos de investigadores (tipo Ramón y Cajal, Fondos de Investigación Sanitaria, etc.), como en las acreditaciones, habilitaciones y concursos-oposición de personal docente e investigador, como para proyectos de investigación. Esta propuesta está basada en cómo se realizan estos procesos en países tan avanzados científicamente como Estados Unidos de América.

CONTROL DEL CONFLICTO DE INTERESES

Investigadores principales que solicitan financiación a la misma convocatoria evaluada serán excluidos de participar en el Comité Evaluador (CE).

Se considera que un miembro del CE tiene un conflicto de intereses sí:

- a) es colaborador, subcontratador o consejero de un investigador o institución que tiene una solicitud en la convocatoria

b) la solicitud proviene de la misma institución del revisor, independientemente de si el revisor tiene o no alguna participación en la preparación de la solicitud

c) el miembro de la comisión, su familia inmediata, o asociado profesional cercano tiene un interés financiero o profesional en la resolución de la propuesta de investigación o contratación de personal (incluso aunque no sea totalmente aparente)

d) el miembro del CE ha participado en la discusión de la solicitud, es un proveedor de servicios, material científico y otros productos, o ha escrito una carta de referencia para la solicitud.

Cuando se detecta un conflicto de intereses, el miembro del CE no podrá revisar la propuesta. En el caso de encontrarse en un panel que evalúa diversas propuestas se le pedirá que abandone la habitación cuando la propuesta con conflicto es discutida, incluyendo cuando es puntuada. Los resultados de la revisión no se le darán a conocer al revisor con el conflicto de interés hasta que el proceso completo de evaluación esté acabado y se haga público.

A continuación proponemos un formato normalizado que debe ser firmado por cada uno de los miembros de un comité evaluador antes de iniciarse el proceso evaluador.

Nombre y Apellidos del Evaluador _____

Nombre y Fecha de la Convocatoria _____

Declara:

No haber presentado como investigador principal ninguna propuesta para su evaluación en el marco de la convocatoria propuesta.

No poseer ninguno de los motivos de abstención indicados en el artículo 28 de la Ley 30/1992.

No ser colaborador, subcontratador, o consejero de un investigador o institución que tiene una solicitud en la presente convocatoria.

No provenir de la misma institución que la solicitud que se me ha propuesto evaluar.

No poseer ningún interés financiero o profesional en la resolución de la propuesta, ni familia inmediata, ni ningún asociado profesional cercano a él.

No haber participado en la discusión de la solicitud, ser proveedor de servicios, de material científico y otros productos, o haber escrito una carta de referencia para la solicitud.

Mi participación en la evaluación del proyecto o la propuesta siguiente podría crear un conflicto de intereses directo o indirecto:

Nombre de la propuesta y área o programa al que se presenta _____

Este caso incluye situaciones donde el evaluador ha participado con el solicitante en proyectos anteriores.

Me comprometo a informar al organismo responsable del proceso de evaluación sobre cualquier conflicto de interés con alguna de las propuestas, candidaturas o proyectos cuya evaluación se me solicita o que se debata en un panel o comisión donde esté presente.

Me comprometo, asimismo, a renunciar a la evaluación de la propuesta en el caso de presentar conflicto de interés con alguno de los primeros seis puntos mencionados anteriormente.

Asimismo, me comprometo a abandonar el comité evaluador cuando se esté evaluando la candidatura o los proyectos indicados en el punto séptimo anterior.

El firmante declara ser ciertos todos los datos consignados

Fecha y firma

La AACTE envía una carta al Secretario de Estado de Universidades e Investigación criticando las condiciones de renovación de la convocatoria de becas FPU

En la última convocatoria de becas de Formación de Profesorado Universitario (BOE de 27-08-2004), el artículo 5, apartado 2, aparece redactado como sigue:

5.2. Las becas que se concedan al amparo de esta convocatoria podrán ser renovadas por periodos anuales de doce meses como máximo, hasta completar un total de 48 meses, en las siguientes condiciones:

a) los becarios que opten a la primera renovación, deberán acreditar haber superado al menos 20 créditos en sus estudios de doctorado.

b) los becarios que opten a la segunda renovación, deberán acreditar haber obtenido el Diploma de Estudios Avanzados.

c) una vez obtenido el Diploma de Estudios Avanzados, el período máximo de disfrute de la beca será de 24 meses. Los anteriores límites podrán ser ampliados en los supuestos en que se aprecie la concurrencia de circunstancias extraordinarias.

d) del cómputo total se descontarán, en todo caso, los periodos en que se haya disfrutado de otras ayudas de naturaleza semejante en cuanto a sus objetivos y su cuantía.

Es evidente que la redacción de este artículo conlleva numerosos problemas a los estudiantes de doctorado para la obtención y renovación de las becas. Ante esta situación la AACTE decidió enviar una carta planteándole el problema al nuevo Secretario de Estado de Universidades e Investigación.

En fechas recientes, el Ministerio ha publicado una corrección a la convocatoria (resolución de 15 de septiembre de 2004, de modificación de la convocatoria publicada por resolución de 13 de agosto de 2004, publicado en el BOE de 30-09-2004) por la que la nueva redacción del artículo 5, apartado 2, queda como sigue:

5.2. Las becas que se concedan al amparo de esta convocatoria podrán ser renovadas por periodos anuales de doce meses como máximo, hasta completar un total de 48 meses, de acuerdo con lo establecido en el apartado 12 de la convocatoria. Del cómputo total se descontarán los periodos en que se haya disfrutado de otras ayudas de naturaleza semejante en cuanto a sus objetivos y su cuantía.

En la AACTE, nos congratulamos por la rapidez con que el Ministerio ha sabido resolver este problema. A continuación se adjunta el texto de la carta enviada por la AACTE al Secretario de Estado.

AACTE



AACTE

Asociación para el Avance de la Ciencia y la Tecnología en España (www.aacte.es)

Madrid, 15 de septiembre de 2004

Excmo. Secretario de Estado de Universidades e Investigación:

El motivo de la presente carta es mostrarle nuestra preocupación ante las condiciones reflejadas en el punto 5.2 de la presente convocatoria de becas de postgrado de Formación de Personal Universitario (FPU). En dicho punto, se recogen las condiciones necesarias para la renovación de las becas, que se aplican retroactivamente a todos los becarios FPU de convocatorias anteriores.

Consideramos que todos sus puntos plantean problemas prácticos que dificultan la realización y dirección de tesis. Los puntos a y b no tienen en cuenta la idiosincrasia de los programas de doctorado de muchas universidades españolas, algunas de las cuales exigen una preinscripción muy adelantada en el tiempo.

Las fechas de matriculación y defensa del Diploma de Estudios Avanzados (DEA) no coinciden necesariamente con los periodos de renovación de las becas FPU y pueden darse casos en los que, por desajuste de fechas, resulte imposible cumplir esos requisitos. Además, en algunas universidades (la Universidad de las Islas Baleares es un ejemplo) no se requiere obtener el DEA durante el segundo año de cursos de doctorado, por lo cual el punto b establece retroactivamente una limitación que puede desbaratar cualquier planificación previa que se haya hecho de la formación y progreso del trabajo de tesis.

El punto c penaliza injustamente a aquellos doctorandos que no han podido obtener una beca FPU en el momento de matricularse en un programa de doctorado. En numerosos casos, los doctorandos pueden haber comenzado sus estudios de doctorado a la espera de una beca, o mientras tantean las posibilidades de un proyecto de tesis atractivo. Aquellos que obtienen la beca FPU ahora o la han tenido recientemente, ven su tenacidad castigada injustamente con un recorte en su disfrute de la beca.

Dado que las razones recién expuestas dificultan, en lugar de facilitar, la labor investigadora de muchos becarios y directores de tesis, le invitamos a que reconsidere la aplicación de estas medidas para la renovación de las becas, tanto retroactivamente como para los beneficiarios de la presente convocatoria. Coincidimos plenamente en la necesidad de realizar un seguimiento serio y riguroso de los progresos del doctorando, pero consideramos que existen métodos igualmente válidos y que no comprometen la labor de doctorandos capacitados, pero que por razones ajenas a su valía no se ajustan al esquema ideal de reclutamiento de personal investigador. Entre las medidas alternativas figura la valoración del *currículum vitae* del doctorando (publicaciones, estancias y congresos a los que ha asistido).

Esperando que considere nuestro escrito con la seriedad que la gravedad del asunto requiere, reciba un atento saludo.

Dra. Amelia Sánchez Capelo
Presidenta de la AACTE

Informe elaborado por la AACTE sobre la situación de la I+D en España a petición del Instituto de Desarrollo Regional de Andalucía.

El Instituto de Desarrollo Regional (IDR; <http://www.idr.es>) es una fundación universitaria adscrita a la Universidad de Sevilla, dedicada a la investigación socioeconómica y a la formación de expertos en ciencia regional. Dentro de una de sus líneas de investigación, “Mercado de Trabajo”, están desarrollando el proyecto “El empleo en el sector de I+D en Andalucía” para la Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico de la Junta de Andalucía.

El objetivo de esta investigación es generar información relevante que permita a los poderes públicos potenciar la carrera investigadora en Andalucía, tanto en el sector público como en el privado, y resolver los principales problemas a los que se enfrentan los investigadores en el desarrollo de su carrera profesional.

Por este motivo, deseaban contar con la colaboración de la Asociación para el Avance de la Ciencia y la Tecnología en España y tener un encuentro con algún representante de la asociación en Andalucía. Dado que no fue posible realizar el encuentro en persona, les remitimos un documento sobre la situación de la investigación y de los investigadores en España en general, y en Andalucía en particular, desde la perspectiva del empleo. Se les respondía a las siguientes cuestiones que constituían el objeto de su estudio:

Presentación de la Asociación y datos de interés: año de constitución, objetivos, servicios que ofrecen a los asociados, principales actuaciones y medios con los que cuenta y relaciones con otras asociaciones o instituciones de ámbito regional, nacional o internacional.

Itinerario y desarrollo profesional más frecuente de los investigadores.

Dificultades para la consolidación del proyecto profesional de los investigadores, indicando, en su caso las peculiaridades que existen en la comunidad autónoma andaluza.

Ventajas y desventajas de la movilidad geográfica y funcional.

Papel de las subvenciones y ayudas públicas para el perfeccionamiento del proyecto profesional de los investigadores en Andalucía.

Desde la AACTE agradecemos que hayan contado con nuestra opinión. El informe completo puede verse en el siguiente enlace: <http://www.cica.es/aliens/aacte/documentos/idr.html>

OPINIÓN

Política de contratación y exigencia de responsabilidades

Luis Santamaría*
Socio de la AACTE

Mientras en otros países, como Alemania, se proponía reformar profundamente o incluso abandonar el obsoleto sistema de habilitaciones, el tradicional mimetismo ibérico nos hacía admirarlo e incluso adoptarlo, aunque, eso sí, en forma de una variante celtibérica bastante menos rigurosa. Ahora que estamos en pleno proceso de reforma de la LOU y, con ella, del sistema de habilitación, me permito insistir brevemente en las importantes limitaciones de dicho sistema. Los problemas que se observan en el sistema español de habilitación son debidos a una combinación de factores:

- la precipitación con que se estableció el sistema y su inmediata politización (tanto por parte de sus defensores como por la de sus detractores) que impidió una discusión a fondo de cómo optimizarlo;

- la persistencia de la “cultura opositora” en el proceso habilitador, de forma que los muchos defectos de dicha cultura (p.ej. el tener que hacer viajes absurdos para presentarte a un puesto en el que luego descubres que -por motivos legítimos o ilegítimos- no tienes ninguna opción, los eternos concursos de méritos que pueden sustituirse por una simple lectura del CV, etc.) persisten en el sistema de habilitación;

- la propia dinámica del sistema habilitador, que en mi opinión, impide a los grupos investigadores seleccionar de forma responsable a los candidatos óptimos para desempeñar su trabajo en el grupo receptor. (En España nos hemos acostumbrado al mundo al revés: lo normal es que los grupos busquen a los buenos candidatos, no que estos últimos intenten que la legislación les permita meterse con calzador en grupos mediocres que no les desean y van a hacerles la vida imposible).

Creo que la única forma razonable de contratar es mediante comisiones de contratación que evalúen primero los CV's y luego inviten a una entrevista (más conferencia, más clase,

más lo que haga falta, a discrecionalidad del grupo contratante) a los 3-5 mejores candidatos.

Se ha incidido mucho en la producción investigadora (cantidad más calidad) como indicador objetivo de calidad. En realidad, a menudo nos ceñimos a este indicador sólo porque la triste realidad en la que vivimos (la corrupción generalizada del sistema investigador y docente español) nos impide afinar con otros detalles. En cualquier país del primer mundo investigador, la “fase presencial” sirve para evaluar no sólo la participación real en las publicaciones del CV, sino parámetros tan importantes como el conocimiento científico, las líneas de investigación propuestas, la capacidad de liderazgo, la capacidad de obtener financiación externa, etc.

Lo importante es crear condiciones de contratación responsable, y esto sólo es posible si:

- la financiación de los grupos investigadores es directamente proporcional a su productividad científica (y, si esta llega a juzgarse objetivamente, a su calidad docente),

- los centros enfrentan responsabilidades civiles (no sólo el pago de los sueldos atrasados correspondiente al puesto de trabajo usurpado, sino compensaciones elevadas) y los miembros del comité de selección responsabilidades penales, en casos probados de prevaricación o discriminación.

Pedir otra cosa es perpetuar el error de las oposiciones (y, por cierto, de todo el sistema legislativo español): creer que legislando prolijamente se crea seguridad jurídica. La seguridad jurídica se crea con leyes sencillas que permitan una aplicación jurídica estricta, y sobre todo con un sistema judicial justo e igualitario (el gran problema de España).

¿Que medidas deben acompañar a las anteriores para asegurar una contratación justa? A mi modo de ver dos, sobre todo:

* Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, Mallorca. Corr-ele: viealsg0@uib.es

- aquellas que faciliten llevar a juicio los casos de contratación injusta, p.ej. mediante creación de oficinas (estatales o autonómicas) de apoyo jurídico (gratuito) a los candidatos que se consideren discriminados, o mediante modificaciones legales que introduzcan la exigencia de que sea el contratador quien deba demostrar que el contratado tenga meritos superiores a los demás candidatos (en lugar de dejar el peso de la prueba de que ha habido discriminación totalmente a quien pone el recurso);

- aquellas que faciliten la persecución de la corrupción en la contratación en las universidades y OPI's, p.ej. mediante la creación de un

fiscal especial asociado a la fiscalía anticorrupción (esto suena radical, pero es la única respuesta sensata dada la magnitud del problema).

Veréis que sólo hablo de contratación, pero podéis sustituir oposición y funcionario donde corresponde y todo queda igual. Lo importante es que la exigencia de responsabilidades, el apoyo jurídico, y el trinomio evaluación-calidad-financiación sustituyan a los procedimientos burocráticos de centralidad y complejidad creciente (llámense oposición, acreditación o habilitación).

Reforma de la habilitación, ¿dónde estamos? ¿Hacia dónde vamos?

Eulogio Oset*
Socio de la AACTE

La reforma de la habilitación está suscitando un gran debate en la comunidad científica y universitaria, debate al que la AACTE no es ajeno. He aquí algunas reflexiones.

Leyendo los argumentos de los que defienden la LOU y los de aquellos que creen que debe reformarse, veo razones en ambos lados. Unos parten de la realidad en la que estamos, mientras que otros buscan la más idónea, en donde podríamos estar. De modo que, como siempre, el camino es hacia lo ideal, partiendo de donde se está. Por desgracia no se está en una situación idílica respecto a los baremos de selección de personal, que deberían ajustarse a la evaluación objetiva de méritos como criterio principal. Las idoneidades, hace mucho tiempo, y la LRU después, consiguieron inyectar en el sistema mucha gente mediocre (término generoso en muchos casos) que tienen la predisposición (empírica, no teórica) de hacer lo que sea para que nadie de más calidad que ellos entre en el sistema.

La LOU, con todas sus imperfecciones pretendió cortar esos problemas. Puede causar cansancio recordar lo de los tribunales de dos de casa y tres de fuera, que en el 95 por ciento de los casos dio lugar a la selección del candidato casero (del grupo dominante en el departamento, que podía imponer sus miembros del tribunal en el Consejo de Departamento). La habilitación desarmó a esos grupos

y esa técnica nefasta. No es el mejor de los métodos pero ha cumplido una misión dentro de un contexto. Se argumenta muy frecuentemente que las habilitaciones son caras. En mi opinión es un argumento falaz. Es muchísimo más caro, económicamente y socialmente, seleccionar a un Profesor inadecuado y tenerle que pagar un sueldo toda su vida. También hay quien argumenta que bastaría mirar los CV de los candidatos. Sin embargo, poder debatir en un concurso abierto con los concursantes te da una información muy valiosa que no tienes al analizar simplemente un curriculum escrito.

En los concursos de habilitación de las áreas que conozco, no me puedo llevar las manos a la cabeza del resultado (de hecho no tengo ninguna queja), como he hecho, junto con otros colegas, de resultados de los concursos de la LRU. En la Universidad Politécnica de Valencia había una lista de espera por antigüedad, y ¡ay de aquel que se la quisiera saltar! En la Universidad de Valencia, donde han ocurrido los mismos casos de corrupción que en otras Universidades, recuerdo entre muchos otros el de un profesor que, ante la pregunta de si le parecía bien que después de que el grupo dominante hubiera puesto dos miembros del Tribunal en siete ocasiones (de ocho) se pusiera uno del grupo dominante y otro profesor de otro grupo (costó sangre conseguirlo), contestó, “yo quiero que salga fulanito”, pero ¿por que? ”Porque es mi

* Universidad de Valencia e Instituto de Investigación de Paterna. Corr-ele: oset@ific.uv.es

amigo.” ¡Hombre! ¡Eso no es un criterio científico! Su respuesta: “pero, ¿no es esa la razón por la que se dan las plazas?” El lenguaje estaba distorsionado. En la Junta de Facultad se oía sin el menor empacho: pedimos sacar la plaza de fulanita a concurso. La plaza ya era de fulanita y se pedía que se hiciese el “trámite” que permitiría nombrarlo numerario. La discusión de los planes de estudio era un bazar. Todo el mundo ofreciendo las asignaturas que fuesen, sin ton ni son ni correlación entre ellas, por tener opción a más plazas que luego se llevarían los amiguetes para afianzar más el poder de los grupos dominantes en cada departamento.

El mayor paso adelante de la habilitación ha sido quitar poder a las mafias organizadas en los departamentos. Un ejemplo de la ventaja que ello supone es el programa Ramón y Cajal. A pesar del debate sobre la calidad de los investigadores Ramón y Cajal de este año, el hecho es que es muy superior a la media de los que han obtenido plazas de Universidad en los últimos años. De nuevo, la novedad de ese procedimiento ha sido que la selección ha sido a nivel nacional y no en los corrillos del departamento de turno.

Hay otros detalles de la imperfecta LOU que se han hecho notar. El mero hecho de dar más peso al profesorado que a estudiantes en las elecciones a Rector ha permitido que en Valencia tengamos a Paco Tomás, que es una bendición para la Universidad. Con las reglas de la LRU y la misma elección tendríamos a otro Rector, que con todos los respetos a su persona, no creo tenga el nivel científico de Tomás. Con todo, me pregunto, ¿por qué hay que votar al Rector? En EEUU no se le vota. Es el Gerente de una Empresa, sea una Universidad privada o estatal. Aquí tampoco se elige al Gerente de una empresa entre los trabajadores, ni en las empresas estatales. Tal como está la cosa, y de nuevo en el contexto presente español, los rectores son, por lo general, esclavos de sus votantes y a ellos se deben, y a sus intereses gremiales, más que a defender la función que la Universidad debe tener en la sociedad.

En resumen, nada es perfecto, pero conviene que se den pasos adelante y que los pasos que se den corrijan dinámicas injustas. Pero para ello hay que saber dónde estamos.

El binomio investigación básica – desarrollo tecnológico

J.M. Albella¹ y F.J. Gordillo Vázquez²

Introducción

Cuando los recursos dedicados a la investigación son escasos, es frecuente encontrar actitudes un poco reacias a las inversiones en ciencia básica argumentando que la investigación tecnológica puede producir unos retornos más rentables a la sociedad, al menos a corto plazo. Como es bien sabido, España dispone en estos momentos de un potencial nada despreciable de recursos en investigación fundamental. Sin embargo, son pocos los casos en los que este potencial de conocimientos básicos dispone de canales adecuados para traducirse en desarrollos tecnológicos y sociales. Existe, además, una concepción generalizada que sostiene que la ciencia precede de forma natural a la técnica y la tecnología.

En contra de lo que pudiera pensarse, buen número de importantes investigaciones han compartido una doble vertiente de carácter básica y aplicada ya que, habiendo sido motivadas por problemas prácticos, han contribuido tanto a generar nuevos conocimientos básicos como a solucionar los problemas prácticos que las motivaron. Entre muchos ejemplos, son reveladoras las investigaciones “aplicadas” realizadas por L. Pasteur en Francia en relación con la mejora de la salud pública y de diversos procesos industriales. Dichos trabajos generaron aplicaciones que además de salvar las industrias de la seda y del vino, por ejemplo, generaron nuevos conocimientos fundamentales, estableciendo de este modo el nuevo campo de la bacteriología y los fundamentos de la teoría de gérmenes. Análogamente, la

¹ Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC. Corr-ele: jmalbella@icmm.csic.es

² Instituto de Óptica, CSIC. Corr-ele: vazquez@io.cfmac.csic.es

investigación en semiconductores, iniciada en los años 40, ha dado lugar a las modernas tecnologías de la información, de la radio-astronomía, de las comunicaciones, del control automático y de la producción masiva de muchos bienes de consumo.

Nivel de capital social y prosperidad económica

Este desequilibrio entre ciencia y tecnología puede tener, sin embargo, una raíz social más profunda. De hecho, la relación entre una determinada organización social y el grado de desarrollo tecnológico alcanzado por el país que la alberga ha sido analizado por el sociólogo *F. Fukuyama*, en función del nivel de “capital social” existente o generado en esa sociedad mediante estímulos pertinentes. El capital social sería pues la capacidad existente en individuos con intereses comunes, y sin necesidad de tener parentesco familiar alguno, para establecer vínculos entre ellos y asociarse de forma espontánea sin la mediación del Estado, creando asociaciones culturales, deportivas, religiosas o empresariales. Naturalmente, el asociacionismo en su sentido más amplio requiere la preexistencia de niveles de confianza elevados entre los individuos que se asocian, lo cual suele darse en sociedades tradicionalmente poco “familiaristas” (los países anglosajones, EE.UU. y, de algún modo, Japón). En contraposición a esto, en aquellas sociedades en las que sus miembros tienen fuertes vínculos familiares (caso de, por ejemplo, España, Italia, Irlanda o China) se suele limitar la apertura, por desconfianza, hacia individuos ajenos al protector núcleo familiar.

Así pues, un contexto político descentralizado junto con un entorno sociocultural del que se derivan unos lazos familiares no demasiado intensos y, todo ello, combinado con formas de religiosidad personalizada (estimuladoras de la libertad individual) parecen haber ayudado a propagar el germen del capital social que, de alguna manera, es el motor de las actuales sociedades tecnológicamente avanzadas e innovadoras. De hecho, el origen de los actuales desarrollos tecnológicos hay que buscarlo en las primeras asociaciones gremiales de oficios técnicos de los siglos XVII y XVIII que, a su vez, fueron los orígenes de las primeras instituciones científicas. En contraposición a lo anterior, las sociedades que han padecido Estados centralistas y religiones de gran influencia social (religiones “colectivas”),

tradicionalmente recelosas de nuevas ideas e interpretaciones personales, sufren hoy de un llamativo atraso técnico aunque su producción científica no resulte despreciable.

En cierto sentido, cabría pues decir que una de las consecuencias más inmediatas de una tradición cultural con fuerte propensión hacia la sociabilidad espontánea es la capacidad de una cierta sociedad para, dependiendo del momento histórico, crear grandes y modernas sociedades anónimas gestionadas profesionalmente (más allá del ámbito familiar) nacidas al calor de los sectores clásicos de la segunda revolución industrial (tecnologías químicas, sector metalúrgico, etc). A su vez, estas grandes sociedades han dado lugar, mas recientemente, a la formación de redes de pequeñas y medianas empresas tecnológicas (dentro de la tercera revolución industrial) suficientemente flexibles, por su tamaño y gestión, para adaptarse con relativa facilidad al cambiante mercado de nuestros días. Históricamente, los centros de investigación tecnológica e industrial surgen en diversos países de nuestro entorno (Alemania, Inglaterra, Países Bajos y en menor medida en Francia) como los herederos naturales de una dilatada tradición artesanal y gremial, fruto de una cultura asociacionista promovida por el poder, en diversos campos de la técnica. Dichos centros aparecen por tanto *antes* que los institutos de investigación científica pura, que no son más que la última etapa en la progresiva institucionalización de la investigación científica llevada a cabo por los estados nacionales modernos.

Por diversas razones de índole político y social, España ha permanecido al margen de este movimiento no siendo hasta la creación de la Junta de Ampliación de Estudios (JAE) en 1907, germen del actual Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), cuando se empieza a tomar conciencia del alarmante retraso español en cuestiones científico-técnicas. España sólo se incorporaba de este modo a la incipiente institucionalización de la ciencia en toda Europa, pero sin que previamente su tejido social y escaso sector industrial (consecuencia de la tardía industrialización del país) hubieran generado, al contrario que en otros países de la zona, la necesidad de personal científico-técnico altamente cualificado. Así pues, el desfase histórico entre el desarrollo de nuestras instituciones científicas

y la casi inexistente demanda de conocimientos técnicos y científicos por parte del tejido socio-industrial hizo que se estableciera una barrera, aún hoy existente y por desgracia considerada por muchos infranqueable, entre la ciencia, la técnica y sus aplicaciones.

Necesidad de un desarrollo científico y tecnológico equilibrado

A pesar de todo ello, en los últimos años España ha alcanzado un nivel de ciencia básica muy aceptable, aunque su impacto en el desarrollo tecnológico del país es todavía pequeño. Así, en el período 1998-2002, España produjo casi el 3% del total mundial de publicaciones científicas. En contraste con este dato, el número de patentes inscritas en España es aún muy pequeño, lo cual muestra la desconexión existente entre las universidades y centros de investigación estatales y el mundo de la tecnología. Numerosas instituciones, a nivel europeo, estatal y autonómico, están haciendo un esfuerzo importante para paliar esta situación, encauzando las inversiones de investigación en una dirección más relacionada con la ciencia aplicada. Con todo, aún existe un amplio 'gap' entre lo que se puede denominar el mundo de la 'Academia' y el de la 'Industria'.

Aunque las universidades y otros organismos públicos de investigación (OPIS) están tratando de reorientar sus esfuerzos en este sentido, todavía se encuentran bastante desconectadas de la demanda social. A ello contribuye sin duda la rígida estructura funcional de estas Instituciones, la elevada edad media del personal de plantilla (46 años en el CSIC) y, sobre todo, la ausencia de una planificación adecuada de sus objetivos de investigación. Como consecuencia de ello, la distribución de fondos o la promoción de personal se hace, en el mejor de los casos, en función de criterios puramente academicistas. La endogamia en los procesos de selección del personal en estos centros (especialmente en los departamentos universitarios) y la carrera de 'publicaciones' científicas son consecuencias lógicas de esta situación que hace que los investigadores, carentes de otro tipo de estímulos, se encuentren cada vez más alejados del mundo empresarial.

Afortunadamente, algunas Comunidades Autónomas (País Vasco y Comunidad Valenciana, sobre todo) han tomado conciencia de este problema y están dando pasos importantes para apoyar el desarrollo tecnológico, mediante

la creación de centros de investigación enfocados a la investigación aplicada y pre-competitiva en determinados sectores industriales (cerámica, automoción, robótica, calzado, máquina herramienta, etc.). Nos referimos aquí a los llamados Centros Tecnológicos (CT), algunos de los cuales proceden de antiguas asociaciones industriales de carácter sectorial, al estilo de los viejos gremios anglosajones. Sin embargo, el trabajo de estos Centros se limita en muchos casos a la solución de problemas puntuales de sus clientes industriales y, salvo loables excepciones, se desarrolla de espaldas al mundo científico y académico. En cualquier caso, los CT están consiguiendo una alta tasa de autofinanciación y, enraizados en el entorno industrial de la región, contribuyen de forma muy notable a aumentar el nivel de competitividad de sus empresas en una economía globalizada. La estructura jurídica de los CT permite, además, que participen en la creación de nuevas empresas 'semilla' (spin-off), contribuyendo así a la reindustrialización de la región con la formación de empresas de avanzada tecnología. No deja de ser un contrasentido que las Comunidades de Madrid y Cataluña, aún siendo las regiones de mayor índice industrial, apenas cuenten con centros de estas características aunque, al mismo tiempo, albergan el mayor número de instituciones de investigación académica.

Búsqueda de soluciones

En el entorno europeo, donde los costes laborales son especialmente altos, solamente las empresas de alta tecnología pueden competir en el marco de una economía globalizada. Es indudable que el aumento de la competitividad de las empresas requiere hoy reducir el 'gap' existente entre la investigación académica y la industria, fomentando la investigación aplicada y estimulando el trasvase de conocimientos entre las universidades, los centros oficiales de investigación y las empresas. A escala estatal, se hace necesario una mayor planificación y coordinación de la actividad científica y tecnológica. Estos dos parámetros (planificación y coordinación), indispensables en cualquiera actividad económica, son prácticamente inexistentes en nuestros organismos oficiales de investigación. Baste señalar a modo de ejemplo que, tradicionalmente, las fuentes de financiación de la investigación académica e industrial han estado en Ministerios separados, o en Direcciones

generales bien distintas. Esperamos que la organización del nuevo Ministerio de Educación y Ciencia tenga en cuenta este problema. El control del gasto público en investigación exige, además, el seguimiento de los resultados de la investigación a corto, medio y largo plazo, incluyendo la evaluación del rendimiento de las inversiones realizadas.

Todo ello implica el incremento los niveles de inversión en ciencia y tecnología hasta hacerlos comparables con los índices medios europeos (1,9 % del PIB). Las promesas del nuevo Gobierno parecen estar encaminadas en este sentido, aunque las inversiones no deberían establecerse de forma indiscriminada. Es imprescindible el establecimiento de prioridades, p.ej. a través del apoyo institucional, en forma de amplios programas de investigación (al estilo de los actuales programas de la CE), dirigidos a la coordinación de trabajos entre las empresas y los centros de investigación, o a la creación de centros mixtos (de base no sólo técnica sino también académica), relacionados con el desarrollo de tecnología, sobre todo en aquellos sectores industriales en los que se detecta una incipiente actividad innovadora propia. Este esquema es particularmente importante para la pequeña y mediana empresa (PYME), que cubre un amplio sector de

producción en nuestro país especialmente necesitado del apoyo tecnológico.

En cualquier caso, es preciso un esfuerzo equilibrado entre ciencia básica y aplicada para mantener un equilibrio entre todos los eslabones de la cadena: investigación básica \leftrightarrow investigación aplicada \leftrightarrow desarrollo tecnológico. No tendría sentido un simple trasvase de fondos a favor de la investigación aplicada dejando la ciencia básica desasistida. Sería un paso atrás, y haría inviable un desarrollo serio de la futura investigación aplicada y tecnológica.

La investigación, considerada como una parte esencial de la cadena productiva, requiere además la financiación continuada en diferentes niveles: equipamiento, personal, infraestructura de gestión y la modernización de equipos (una parte importante del equipamiento actual está obsoleto) para adaptarlos a las nuevas necesidades tecnológicas y sociales. Y, sobre todo, se hace preciso la solución de numerosos problemas estructurales, entre ellos, la selección y formación del personal científico y la flexibilidad en la contratación. Es necesario atraer al mundo de la investigación a las mejores cabezas de nuestra juventud estudiante, lo cual demanda que la carrera científica tenga unas perspectivas laborales similares al menos a la del entorno industrial.

Investigación biomédica: enredos territoriales

Enrique J. de la Rosa *

Los indicadores de bienestar relacionados con la salud han mejorado progresivamente desde mediados del siglo XIX. La mejora más llamativa es, sin duda, el incremento de la esperanza de vida que, a lo largo de la historia de la humanidad, ha oscilado entre los 20 y los 30 años. En poco más de un siglo ha alcanzado los 80 años. Pero no es la única mejora. La mortalidad infantil se ha reducido, la calidad de vida ha aumentado y la lucha contra la enfermedad ha ido alcanzando metas inexorablemente. Estos avances han sido posibles gracias a la higiene, a la extensión del sistema sanitario y a la investigación biomédica, que va desentrañando las causas de la enfermedad, proporcionando soluciones o, al menos, remedios para muchas de ellas. Sin embargo, muchos

problemas aún están por resolver (el cáncer, las enfermedades cardiovasculares, infecciosas, congénitas, etc...) y otros nuevos aparecen por las peculiaridades de la vida actual (las enfermedades neurodegenerativas y metabólicas, los traumatismos del sistema nervioso, etc...).

Por ello, la convocatoria del año 2002 de Redes Temáticas de Investigación Cooperativa del Fondo de Investigaciones Sanitarias (FIS) supuso una interesante novedad en el panorama español de investigación biomédica. Se pretendía comenzar a subsanar un claro déficit del sistema biomédico español, favoreciendo la interacción de grupos clínicos hospitalarios con grupos de investigación básica en universidades, en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y en otros organismos públicos de

* Centro de Investigaciones Biológicas, Madrid. Corr-ele: ejdelarosa@cib.csic.es

investigación. Además, estaba dotada de unas cantidades de dinero nunca antes disponibles para la investigación biomédica en España. La respuesta de la comunidad biomédica fue masiva, como los propios responsables del FIS reconocieron, lo que ha originado que sólo una fracción de los grupos solicitantes hayan podido ser financiados y, en general, con cantidades bastante menores que las solicitadas. Hasta aquí nada a lo que no estemos acostumbrados los investigadores en un país que dedica a investigación menos de la mitad que la media europea y la cuarta parte que los países más avanzados.

Sin embargo, esta convocatoria ha sido novedosa no sólo en la estructuración de los grupos en redes, sino también en el proceso de evaluación. Según la regulación publicada en el BOE, se realizó una primera evaluación científica por una comisión de expertos. La selección definitiva de las redes a financiar fue llevada a cabo por la Comisión Científico-Técnica del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud. Y en este segundo filtro parece haberse producido una grave quiebra del sistema de "concurrencia competitiva" por criterios de probada calidad científica que se aplica a la financiación de proyectos de investigación en los países de nuestro entorno. Una buena parte de los centros, grupos o redes desestimados lo han sido en función de la aplicación de criterios de "equidad territorial", según el texto de las resoluciones recibidas.

La equidad territorial tiene una clara proyección a la hora de asegurar una distribución adecuada de la atención medico-sanitaria: médicos, personal sanitario, ambulatorios, camas hospitalarias y fármacos deben estar lo más cerca posible del ciudadano para garantizar el derecho a la salud que consagra el artículo 43.1 de nuestra Constitución. Pero una

cosa es la atención medico-sanitaria y otra la base de conocimientos que la posibilitan y la mejoran. A nadie se le ha ocurrido todavía establecer cuotas territoriales, de manera que en las pruebas selectivas para médico residente o médico hospitalario tengan que entrar un número equilibrado de candidatos de cada autonomía. No, simplemente se selecciona a los mejores por criterios objetivos. Menos aún, si cabe, puede aplicarse la equidad territorial a la investigación de calidad, altamente especializada, que tiende a concentrarse en polos (Centros, Institutos, Parques de Investigación), tanto en los países centralizados como en los descentralizados. Denegar fondos de investigación a centros y grupos de trabajo altamente cualificados y especializados por el hecho de que ya hay demasiados en su Comunidad Autónoma no solamente es anticientífico, sino que también disminuye la efectividad del gasto para la solución de los problemas biomédicos.

La articulación de la investigación no puede ignorar la estructura del Estado, pero para ello existen programas autonómicos de investigación y otras posibles actuaciones políticas más efectivas. Por ejemplo, la creación de nuevos polos a los que se atraiga a investigadores de probada calidad, como el gran remanente de jóvenes investigadores postdoctorales que están en la actualidad en el extranjero o en condiciones precarias en nuestro país. La territorialización de los fondos de investigación en áreas tan especializadas y competitivas como la biomédica y su reparto por criterios que soslayan el de estricta calidad no cumple su supuesta finalidad de mejorar el derecho a la salud. Ni siquiera constituye una correcta interpretación del ámbito autonómico, que está diseñado para servir a los ciudadanos, no para malgastar su dinero.

NOTICIAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Movimientos institucionales a favor del acceso libre a la literatura científica

El Comité de Ciencia y Tecnología de la Cámara de los Comunes ha elaborado recientemente un informe muy detallado¹ en el que se recomienda que todas las instituciones británicas de educación superior establezcan sistemas de almacenamiento digital en los que depositen una copia de todos sus artículos, manteniendo éstos disponibles a través de Internet sin cargo alguno. También recomienda que las agencias de financiación gubernamentales obliguen a los investigadores que reciben sus fondos a depositar una copia de sus artículos de esta manera. El análisis de costes y beneficios de tal práctica la haría, según el comité, muy provechosa.

Entre otros factores, el informe analiza la evolución en los últimos años de los precios de suscripción a revistas científicas y técnicas, de los márgenes de beneficio de las editoriales privadas y de los presupuestos ordinarios de las librerías. También se pregunta si no se está pagando tres veces, con fondos públicos, las publicaciones: una financiando la investigación, otra mediante el sueldo de investigadores públicos que censan los trabajos gratis, y otra en la suscripción a las revistas. El informe recomienda a las editoriales recompensar con una pequeña cantidad a los departamentos cuyos miembros actúan como censores en el proceso de “revisión por pares”.

El informe citado analiza también la competencia en el mercado de las publicaciones científicas, técnicas y médicas, para concluir que ésta es escasa, con tendencias monopolísticas que, al menos en parte, se relacionan con el aumento continuo de precios. Entre los grupos editoriales, destaca a Reed Elsevier, con una cuota de mercado del 28,2 % en 2003. De entre las sociedades sin ánimo de lucro American Chemical Society es la que presenta una mayor cuota, con tan sólo un 3,6% del mercado global. Dado lo limitado de los presupuestos de las bibliotecas universitarias, el continuo aumento de precios, y las prácticas comerciales al uso (con la oferta de grandes paquetes de los que no resulta rentable eliminar las abundantes revistas de menor impacto), favorecen cada vez más a los mayores grupos editoriales.

El análisis indica la necesidad de un cambio en el sistema de publicaciones científicas. Además de las recomendaciones expuestas, el informe considera un modelo en el que el autor paga por publicar y la publicación es entonces de libre acceso. El coste estimado por artículo es de entre 1500 y 780 libras, dependiendo de la calidad de la revista (entre otros factores, las mejores revistas tienen mayor porcentaje de rechazo de artículos que de todas formas han de ser censados, por lo que sus costes aumentan). Dado que este sistema ya existe en algunas revistas, fundamentalmente de sociedades científicas, el comité considera que debe ser tenido en cuenta como posible modelo global y estima que sería muy beneficioso para los investigadores de países en desarrollo. El perjuicio económico del pago por publicar se compensaría con creces por el beneficio de acceder a todas las publicaciones sin coste alguno.

El comité hace algunas otras recomendaciones, como eliminar el impuesto sobre el valor añadido de las revistas digitales. Este impuesto no existe en las revistas impresas. También recomienda que los depósitos institucionales almacenen en una sección especial “investigaciones fallidas”, esto es, resultados negativos difícilmente publicables en una revista normal. Esto ayudaría a evitar la duplicación de investigaciones. Para el comité, el proceso de revisión por pares es fundamental para asegurar la calidad de las publicaciones, por lo que recomienda que se asigne una “marca” a las publicaciones que, habiendo pasado por tal proceso, se almacenen después digitalmente en sitios web institucionales.

Dado que la cesión de copyright puede suponer un impedimento al depósito digital institucional o privado, se recomienda también un cambio y una mayor consistencia en los acuerdos de transferencia de copyright. Se urge a las instituciones y al gobierno británico a obligar a los autores a mantener el copyright (proporcionando a las editoriales una licencia, y no una cesión, a efectos de publicación), previa evaluación del posible impacto de tal práctica.

¹ “Scientific Publications: Free for All?”,

<http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200304/cmsselect/cmsstech/399/399.pdf>

En la actualidad existen algunas revistas que permiten, bajo ciertas condiciones, que los autores depositen sus artículos en sus páginas web o en bases de datos públicas. En el caso de Nature, considerado una excepción, el autor puede hacer esto con el propio fichero pdf producido por la revista. Es interesante destacar que el 3 de Junio de 2004, coincidiendo con los trabajos del comité y un mes antes de la publicación del informe, Reed Elsevier anunció que permitirá que los autores depositen sus artículos en sus propias páginas web o sitios institucionales, pero limitando este permiso exclusivamente a una versión en texto, sin figuras, y sujeto a fuertes restricciones (entre ellas que el depósito no se realice en una base de datos académica centralizada y que el fichero correspondiente a la versión publicada, en html o pdf, esté accesible únicamente desde Elsevier). El informe parece considerar este anuncio como un tanto sospechoso de estar relacionado con los trabajos del propio comité y algunos autores lo han calificado como un cínico movimiento de relaciones públicas.

Por último, el comité considera que el gobierno del Reino Unido debe promover acuerdos internacionales para favorecer el acceso libre a las publicaciones científicas, a la vez que predica con el ejemplo adoptando los criterios enunciados y convirtiéndose en líder de la causa por el acceso libre a la literatura científica financiada con fondos públicos.

Por otro lado, en un movimiento similar, un comité del Congreso de EEUU ha recomendado al NIH (National Institute of Health) la obligación de que todos los artículos basados en investigaciones financiadas con sus fondos se depositen en PubMed Central, la base de datos digital de artículos mantenida por el NIH. Este depósito se realizaría inmediatamente si la publicación se ha costeado con fondos públicos y al cabo de seis meses en caso contrario. Como resultado de esta recomendación, el director de los NIH ha decidido adoptar como política la obligación de depositar los manuscritos 6 meses después de su publicación. Esta política, que desde el 3 de Septiembre aparece en la "guía" del NIH para solicitar subvenciones, está sujeta a un período de 60 días en el que se atenderán las sugerencias o comentarios que las partes tengan que hacer. Algunas asociaciones de editores han considerado esta nueva política una intrusión inapropiada en el ejercicio de la "libre empresa".¹

Más sobre células madre y clonación terapéutica

Las autoridades británicas van a conceder una licencia al Newcastle Fertility Center at Life para realizar investigaciones de clonación humana encaminadas a producir embriones de los que derivar líneas de células madre. El Reino Unido se convierte así en el tercer país en el que es explícitamente legal, bajo ciertas condiciones, este tipo de investigaciones de clonación terapéutica, que involucra la producción de embriones humanos por transferencia génica. La clonación terapéutica está expresamente permitida en sólo otros dos países, Singapur y Holanda. Algunos trabajos previos, incluido el trabajo recientemente publicado por un grupo surcoreano, en el que se obtuvieron células madre a partir de embriones humanos clonados, se beneficiaban no ya de una autorización expresa sino de un vacío legislativo. Por otro lado, en Japón se ha acabado una moratoria de 3 años que prohibía la clonación terapéutica, y un comité designado al efecto ha recomendado levantar la prohibición, aunque la legislación pertinente puede tardar un año en ser aprobada.

En cambio, en Alemania, un país en el que la legislación es muy restrictiva, el Consejo Ético Nacional, encargado de aconsejar al primer ministro Schröder en temas de bioética, ha recomendado recientemente que se mantenga, al menos de momento, la moratoria actual para todo tipo de clonación. Este Consejo decidió por unanimidad recomendar una prohibición mundial de la clonación humana reproductiva, pero la decisión sobre la clonación terapéutica no encontró tanto acuerdo y se manifestaron tres posturas diferentes: las opuestas a todo tipo de clonación, las favorables a permitir la investigación bajo ciertas condiciones y las partidarias de no permitir las en este momento pero sí en el futuro si los avances aumentan la probabilidad de que de estas investigaciones se deriven tratamientos. El gobierno alemán está de acuerdo en mantener la moratoria.

¹ Science, 2004, 305, páginas 458, 305 y 1548; Nature, 2004, 431, 115.

Al mismo tiempo, han aparecido diversas iniciativas para regular a escala global las investigaciones sobre clonación humana. Aparentemente, algunos países europeos lideraron en Agosto una proposición para que las Naciones Unidas establecieran una prohibición global a la clonación reproductiva, pero esta iniciativa se detuvo ante la insistencia del gobierno de EEUU de prohibir al mismo tiempo la clonación terapéutica. Al parecer, en Octubre tendrán lugar en la ONU las deliberaciones encaminadas a establecer si se prohíbe sólo la clonación reproductiva o también la terapéutica. Como es sabido, la clonación reproductiva busca la producción de embriones con vistas a su total desarrollo para dar lugar a seres humanos, en tanto que la clonación terapéutica produciría embriones humanos destinados a producir líneas de células madre para el tratamiento de enfermedades como el Parkinson, el Alzheimer y la diabetes.

En el debate sobre la clonación terapéutica y sobre la utilización de embriones humanos, una línea de argumentación de los partidarios de la prohibición se basa en considerar innecesarios los trabajos con células madre embrionarias, apostando por el uso de células madre adultas. La parte contraria argumenta que éstas no tienen la misma capacidad de diferenciación que las células madre embrionarias. La disputa entra en el terreno científico, con frecuentes casos de artículos sobre células madre adultas cuyos resultados otros grupos no son capaces de confirmar o cuya metodología no es completamente convincente.¹ Dentro de esta controversia, el último caso es ciertamente llamativo. Un grupo de investigadores alemanes ha publicado un artículo según el cual es posible aislar células madre adultas del páncreas de humanos y ratas y hacer que se desarrollen para dar células madre musculares o nerviosas.² No habría aquí mucho que añadir, si no fuera porque el artículo se publicó, sorprendentemente, en una revista de física que normalmente publica artículos sobre ciencia de materiales, tal y como se afirma en su descripción: “Applied Physics A publishes [...] papers about new results, focussing on the condensed phase including nanostructured materials and their applications”.³ Si la publicación en esta revista es de por sí extraña, más lo es el hecho de que, al parecer, el artículo no fue sometido a un proceso de revisión por pares y se aceptó al día siguiente de ser recibido.⁴ Además de esta “comunicación rápida invitada” la revista publicó un “comentario invitado” de otro investigador, en el que se critica el trabajo y se afirma que los datos presentados no son suficientes y la conclusión de la “transdiferenciación” de células madre adultas no es convincente.⁵

Por último, un equipo valenciano liderado por C. Simón ha obtenido, por primera vez en España, dos nuevas líneas de células madre derivadas en soporte humano. En el mundo sólo existen otras seis líneas de estas características, ya que otras se derivaron en soporte celular de rata. Para este trabajo se emplearon embriones humanos congelados de más de 5 años y se contó con el permiso de los progenitores, aunque ha habido bastante controversia acerca de su legalidad entre el gobierno central, que ha autorizado investigaciones de este tipo en Andalucía y Cataluña, y el gobierno valenciano. Parte de estas dos nuevas líneas se depositará en el recientemente creado banco de células madre del Reino Unido, por lo que estarán a disposición de investigadores de todo el mundo.

Jornadas Europeas del Patrimonio⁶

Iniciadas por el Consejo Europeo en 1991 y actualmente en colaboración con la Unión Europea, tienen por objetivo aproximar a los ciudadanos al patrimonio cultural, ofreciéndoles la posibilidad de descubrir durante los meses de septiembre y octubre lugares y patrimonio no accesibles al público en condiciones normales. Con la actual construcción europea el objetivo se amplía a crear una identidad común a través de la diversidad del pasado cultural y lingüístico que conforma el continente. Facilitando la toma de conciencia de una identidad europea común. El éxito es cada vez mayor y en 2003 fueron visitados 33.000 monumentos, museos y espacios patrimoniales por 20 millones de visitantes de los 48 países participantes.

¹ Science, 2004, 305, 27.

² C. Kruse, *et al. App. Phys. A*, 2004, 79, 1217.

³ <http://www.springeronline.com/sgw/cda/frontpage/0,11855,5-10100-70-1048382-0,00.html>

⁴ Nature, 2004, 429, 590.

⁵ R. Jaenisch *App. Phys. A*, 2004, 79, 1625.

⁶ http://europa.eu.int/comm/culture/eac/culture2000/special_events/jep_fr.html

Este año participan los veinticinco estados miembros además de los veintitrés que forman parte de la Convención Cultural Europea, de la que se cumplen 50 años. El tema que aúna a todos los estados participantes desde 1999 es *Europa, un patrimonio común* al que se adhieren temáticas específicas propuestas por cada país o región. El tema común pretende una nueva comprensión e interpretación del Patrimonio en un contexto de intercambios e influencias interculturales, así como un nuevo reconocimiento y valoración por parte de los 48 países que participan, de las raíces comunes y los lazos históricos que unen a los pueblos de Europa.

Esta temática federadora que une a los estados participantes no frena que cada país participe con temáticas propias y específicas de sus políticas patrimoniales. De hecho la inauguración de esta edición fue en nuestro país del 3 al 5 de septiembre de 2004, en Barcelona, con el lanzamiento del foro "Los jóvenes y el Patrimonio". A modo de ejemplo baste citar algunas de las temáticas específicas:

Rusia, 4 – 5 Septiembre: *Patrimonio y Territorios*.

España, 1 – 3 Octubre: *Patrimonio cultural y sociedad: el patrimonio recuperado*. Andalucía, 9 Octubre: *Jardines y Plazas de Andalucía*.

Malta, Octubre: *Molinos. Elementos perdidos del paisaje cultural*.

Francia, 18 – 19 Septiembre: *Patrimonio, ciencias y técnicas*.

Andorra, 25 – 26 Septiembre: *Agua e Historia*.

Una Política Patrimonial común

El Consejo de Europa establece su acción política sobre el patrimonio en torno a tres ejes. El primer eje consiste en emitir directrices y orientaciones para adaptar las políticas sobre patrimonio cultural de los 48 países de la Convención Cultural Europea. Se realiza a través de convenciones y recomendaciones a los estados miembros, así como el seguimiento y puesta en marcha de una red en el sistema de información HEREIN¹. Se prepara para 2004 una *Convención marco sobre los valores del patrimonio cultural para la sociedad* que hará avanzar en la reflexión sobre el concepto del patrimonio, afirma Catherine Roth, directora de Patrimonio Cultural del Consejo de Europa. El nuevo texto vinculará las funciones de los patrimonios culturales y su aportación al progreso de la sociedad y a los programas de desarrollo sostenible. Se propondrá una definición transversal original del patrimonio cultural que intentará integrar sus componentes materiales e inmateriales, así como una primera definición del "patrimonio común europeo".

El segundo eje de trabajo es el programa de cooperación y asistencia técnica que pretenderá una adaptación de las legislaciones del patrimonio en el sureste europeo y en el sur del Cáucaso, así como la puesta en marcha de políticas intersectoriales del patrimonio en estas regiones con el objetivo de fomentar el desarrollo sostenible

Finalmente, el tercer eje de acciones concierne a las iniciativas de sensibilización como las *Jornadas Europeas del Patrimonio*, la pedagogía, los *Itinerarios Culturales Europeos*, o la organización de exposiciones. Hay que recordar que el Consejo de Europa fue la primera organización internacional que preconizó el desarrollo de la enseñanza del Patrimonio, y promovió un trabajo común de los profesionales, educadores y mediadores del patrimonio. El proyecto piloto "Europa de una calle a la otra" ofrece vías extremadamente interesantes para despertar en los niños los valores del medio ambiente y de una vida en una sociedad multicultural.

El archivo del clima

La preocupación por el cambio climático hace que se invierta cada vez más en líneas de investigación sobre el paleoambiente y en proyectos que tengan como finalidad la creación de series de datos climáticos más allá de las épocas en que se poseen datos fiables, aproximadamente el último siglo o siglo y medio según las zonas. Por detrás se hace necesario recurrir a fuentes indirectas y a la aportación de la Historia y las ciencias auxiliares como la Arqueología para deducir y calibrar procesos de cambio climático en periodos pretéritos que permitan establecer modelos y tendencias futuras.

¹ www.european-heritage.net

Cómo se produjo la última glaciación (hace 12.000 años aproximadamente) no es una curiosidad histórica solamente. Encontrar datos que permitieran responderla supondría obtener indicios sobre la llegada de la próxima edad del Hielo que, tarde o temprano, acabará con el período “cálido” que conocemos desde hace unos 10.000 años aproximadamente. A lo que se añadirá otro factor de no menor importancia como es el fenómeno de calentamiento global.

El proyecto internacional NGRIP (*North Groënland Ice Core Project*) ha proporcionado resultados de gran precisión que suministran una imagen de los últimos 123.000 años de la historia climática del hemisferio Norte. En el norte de Groenlandia un equipo danés extrajo una columna de hielo de 3.085 m de longitud del casquete polar, que ha sido posteriormente estudiada por varios laboratorios europeos y americanos. Los trabajos, publicados en *Nature*¹, ponen en evidencia que el anterior período cálido, anterior en 120.000 años, conoció una temperatura ligeramente más elevada que la nuestra (5° C más aproximadamente), aunque Groenlandia habría conservado un casquete de hielo comparable al actual. Así, los investigadores han establecido una transición hacia el período glacial que se habría producido de forma escalonada y relativamente lenta a lo largo de un período de 5.000 años aproximadamente.

Dos columnas precedentes, GISP 2 y GRIP, realizadas en los años 1990, no pudieron facilitar informaciones fiables más allá de un período que remonta a 105.000 años aproximadamente. Aunque la última era glacial llegara de forma progresiva, no impide que estuviera marcada por acontecimientos climáticos bruscos. Como dijo Valérie Masson-Delmotte, “*esta columna confirma lo que los sondeos GRIP y GISP 2 ya habían sugerido: la posibilidad de cambios rápidos de temperatura, del orden de 10 a 15° C, que pueden sobrevenir en algunos decenios*”, explicó la climatóloga del CNRS a *Le Monde*². La sucesión de violentas “olas de frío” en el interior de un mismo período climático es objeto de numerosos trabajos científicos...; y recurrente en la ciencia-ficción, como ocurre en el guión de la reciente película, *El día después de mañana* que apuesta por una situación de estas características.

Casualmente, el equipo danés que ha realizado la perforación ha podido extraer de la columna tesoros que interesan en gran medida a los biólogos. Por debajo de los 3 km del casquete glacial de Groenlandia, han podido captarse cursos de agua líquidos como consecuencia del calentamiento de la corteza terrestre. Estas muestras, que contienen materia orgánica – pólenes, bacterias y una corteza de árbol–, podrían proporcionar informaciones sobre el ecosistema dominante en Groenlandia, antes incluso de que el casquete glacial se formara, hace varios cientos de miles de años.

A la espera de los resultados que prometen ser espectaculares, la gran precisión de los datos proporcionados por la columna del NGRIP permitirá afinar los modelos climáticos, los mismos modelos que permiten a los científicos prever la envergadura del recalentamiento global que se aproxima.

Francia: Reforma de la Investigación, pero menos.

En los últimos números de *Apuntes de Ciencia y Tecnología* (N°s 10 y 11, de marzo y junio respectivamente) nos hacíamos eco de la revuelta de los científicos franceses ante la situación precaria de los presupuestos y del personal científico en aquel país. En el número 11 advertíamos del compromiso alcanzado el 6 de marzo por el Ministro de Investigación François d’Aubert que consistía, fundamentalmente, en consignar mil millones de euros para la investigación en los presupuestos de 2005.

Según *Le Monde*³ para alcanzar en 2010 el objetivo de dedicar el 3% del PIB a la I+D –frente al 2,2 % actual- es necesario, según el ministro, reforzar el esfuerzo cada año. Lo que representaría un aumento de mil millones de euros en 2005, de dos mil millones en 2006 y de tres mil millones en 2007. Por el momento, según *Le Monde*, los investigadores son escépticos según lo reflejado en los presupuestos de 2005. Alain Trautman portavoz de *Sauvons la recherche* opina que el gobierno está maquillando los presupuestos reales de la I+D, lo que reduce los mil millones prometidos a solamente unos 356 millones de euros, que apenas alcanza a compensar las reducciones de créditos

¹ Kurt M. Cuffey, “Palaeoclimate: Into an ice age”, *Nature*, Vol. 431 n° 7005, 133

² *Le Monde*, 11.09.04

³ *Le Monde*, 24.09.04

acumuladas en los dos últimos ejercicios presupuestarios. Siempre según el vespertino francés, Jacques Fossey, secretario general del sindicato nacional de investigadores científicos (SNCS), opina que se trata de un presupuesto en “trampantojo”.

A las críticas se suma la incertidumbre sobre los objetivos y funcionamiento de la Agencia Nacional de Investigación (ANR) que será creada el 1 de enero de 2005 y que contará con un presupuesto de 350 millones de euros. Henri Audier, director de investigación del CNRS y miembro de *Sauvons la Recherche*, destaca que la dotación económica de la ANR aun no está presupuestada. Los fondos previstos proceden de créditos afectados, originarios sobre todo de privatizaciones. “No puede financiarse un sector prioritario con recursos extrapresupuestarios” exclama Alain Trautmann, mientras que Henri Audier se pregunta por los 200 millones de euros de créditos no ejecutados del Fondo Nacional de la Ciencia y del Fondo de la Investigación Tecnológica del presupuesto de 2004 que tenían como objetivo estimular la inversión en investigación.

El ministro asegura que estos fondos se acumularán al presupuesto de la nueva agencia hasta alcanzar un potencial de 550 millones de euros en 2005. Desde *Sauvons la Recherche* Alain Trautman se muestra escéptico, pues si se trata de una agencia independiente semejante a la *National Science Foundation* americana puede ser interesante. Pero si la ANR es dirigida por el Ministerio, está en el sentido opuesto de la demanda de los investigadores.

Para Henri Audier, la nueva agencia “alimentará más la investigación privada que los laboratorios públicos” y Jacques Fossey estima que “una parte de la dotación presupuestaria de la ANR redundará en las fundaciones que quiere crear el gobierno sin crear actividad investigadora inmediatamente”.

La decepción invade a los investigadores. Sobre todo porque las medidas sobre empleo tampoco llegan. El esfuerzo presupuestario está lejos de acercarse a lo prometido en materia de creación de empleo. La creación de puestos se estabiliza pero sigue siendo poco atractivo. El curso 2005 no verá mejoras notables pues solamente serán creadas 150 plazas de docentes investigadores en las Universidades. El proyecto de presupuestos presentado no prevé ninguna creación de empleos en los organismos públicos de investigación. Para *Sauvons la Recherche*, la sustitución de jubilaciones en los laboratorios públicos no constituye un atractivo suficiente para los estudiantes que desean comprometerse en la investigación básica.

En definitiva, todo parece indicar que la reforma se queda corta.

BREVES

Muere Francis Crick, codescubridor de la estructura del ADN

El pasado 28 de Julio murió a los 88 años Francis Crick, codescubridor de la estructura en doble hélice del ADN. Crick, físico de formación, había iniciado sus trabajos de doctorado sobre la viscosidad del agua a alta presión, pasó a trabajar para el almirantazgo británico durante la II Guerra Mundial, y finalmente decidió dedicarse a la biología. Crick consideraba que la física y la química podían explicar los sistemas vivos, lo que le llevó a interesarse por problemas fundamentales relacionados con las bases moleculares de fenómenos tan diversos como la herencia genética o la conciencia humana. Su conocimiento de los patrones de difracción de rayos X producido por sustancias con estructura de hélice, las fotografías de difracción de ADN obtenidas por Rosalind Franklin y la intuición de James Watson para aparear las bases nitrogenadas, les permitieron encontrar la estructura correcta, clave en la transmisión de la herencia genética. Por este descubrimiento recibió, junto a Watson y a Maurice Wilkins, pero no a Franklin, el Premio Nobel de fisiología y medicina en 1962. Después trabajó en el desciframiento del código genético y su estructura en tripletes, la estructura del colágeno y la de ciertos virus. Por último, Crick dedicó las últimas casi tres décadas de su vida a lo que llamó “la búsqueda científica del alma”, lo que para un científico ateo como él significaba la investigación de las bases moleculares y fisiológicas de la conciencia humana. Hasta el último día trabajó en un artículo con el que pensaba llamar la atención sobre el claustrum, una región del cerebro muy poco estudiada que él pensaba podía ser central en la conciencia. Entre otras obras, Crick publicó “Qué Loco Propósito” (subtitulado: “una visión

personal del descubrimiento científico”), en dónde, entre otras cosas, narró la historia del descubrimiento de la estructura del ADN de una manera no tan divertida, pero sí tan interesante, como la de su compañero Watson en el bestseller “La Doble Hélice”.

Investigadores con contratos indefinidos para el CSIC

Carlos Martínez, presidente del CSIC, anunció el pasado mes de Julio que este organismo abrirá una vía de contratación indefinida de investigadores, desligando la carrera científica del sistema funcional y permitiendo introducir mecanismos de evaluación continua del personal investigador. Los investigadores contratados tendrán un sueldo similar al de los funcionarios y los mismos derechos en cuanto a dirección de proyectos y participación en órganos de decisión. La medida forma parte de una reforma en profundidad del organismo que se remitirá en breve al parlamento y que persigue entre otras cosas descentralizar y desburocratizar el organismo.

ITER: aún sin acuerdo

Las reuniones entre los 6 socios del proyecto ITER, a pesar de haberse convertido en una subasta al alza, continúan sin terminar en un acuerdo sobre dónde y en qué condiciones construir el reactor termonuclear experimental de fusión. En una reunión en Viena, el pasado 18 de Junio, tanto Japón como la Unión Europea han ofrecido aumentar su contribución económica desde el anterior 48% hasta el 50%, si el reactor se construye en su sede (Rokkasho y Cadarache, respectivamente). Este porcentaje se refiere no ya al propio reactor sino a un programa más amplio en el que otras instalaciones se instalarían en el país que no fuese sede del reactor. La Unión Europea teme que Japón, junto a quizá los otros partidarios de Rokkasho (EEUU y Corea del Sur), decidan acometer el proyecto por su cuenta (algo con lo que, por cierto, ya había amenazado Francia hace algunos meses).

El séptimo Programa Marco y el Consejo Europeo de Investigación

La Comisión Europea acordó el pasado 16 de Junio constituir una nueva agencia de financiación de la investigación, el Consejo Europeo de Investigación (ERC, por sus siglas en inglés). Este Consejo había sido reclamado con frecuencia por diversas fundaciones y asociaciones de sociedades científicas y de investigadores europeos y su misión sería financiar la investigación básica atendiendo únicamente a criterios de excelencia. Como es sabido, los sucesivos Programas Marco han venido financiado investigación aplicada, con la necesidad de involucrar a un mínimo de equipos, empresas y países y con una altísima carga burocrática para los investigadores. El acuerdo de la comisión contempla doblar el presupuesto de investigación en el séptimo Programa Marco (2007-2013, 12.000 M€), financiando el ERC con parte de este dinero extra. El aumento del presupuesto habrá de ser aprobado tanto por el Parlamento Europeo como por los ministros de finanzas (o equivalentes) de los países miembros.

Nuevo Comisario Europeo de Investigación

El economista esloveno J. Potočnik será el próximo Comisario Europeo de Investigación, en sustitución del físico P. Busquin. Potočnik, que fue ministro de asuntos europeos de Eslovenia, tomará posesión el 1 de Noviembre, previa confirmación por el Parlamento Europeo. El nuevo comisario deberá atacar el problema de la burocracia asociada a los proyectos de investigación financiados por los Programas Marco. También deberá implementar, si finalmente se aprueba, la constitución y financiación del Consejo Europeo de Investigación. Por su parte, Busquin ha tomado ya posesión de su nuevo escaño en el Parlamento Europeo.

Alemania: financiación para la élite

El gobierno alemán ha prometido gastar una importante cantidad de dinero (2.300 M\$ en 6 años, según la revista Science) para desarrollar un pequeño grupo de universidades de élite.

Dinero europeo para jóvenes investigadores

La Fundación Europea para la Ciencia (ESF), en colaboración con EUROHORCS (una organización que agrupa a los principales organismos de investigación de la Unión), ha seleccionado a 25 jóvenes investigadores dentro de la primera convocatoria del Programa Europeo EURYI (European Young Investigators Awards). Los seleccionados recibirán entre 150 y 250 K€/año durante un período de 5 años para establecer su propio grupo de investigación. Este dinero se podrá destinar a financiar el salario del investigador, a contratar técnicos o investigadores, fundamentalmente predoctorales y a gastos del proyecto que habrán de desarrollar en instituciones de la Unión Europea (fungible, viajes y dietas, material inventariable y otros). Entre los seleccionados hay un americano, un israelí y 23 europeos de 13 países diferentes. Es interesante destacar que 6 de los galardonados son españoles. Además, se ha anunciado la segunda convocatoria de este programa (<http://www.csic.es/euryi/euryi.html>).

Por otro lado, la asociación Helmholtz de centros de investigación alemanes está desarrollando un programa para contratar a 20 investigadores de menos de 36 años para establecer sus propios grupos de investigación en alguno de sus 15 centros. Esta convocatoria está abierta a extranjeros (http://www.helmholtz.de/en/News/Call_for_Applications.html).

Una Tesis con “Cláusula de Buen Uso”

La Fundació per la Pau ha anunciado la reciente defensa, por primera vez en España, de una tesis doctoral con “Cláusula de Buen Uso”, por la que se prohíbe el uso de las aportaciones científicas propias del autor por parte de cualquier ejército o grupo armado con fines militares o que atenten contra los derechos humanos o el medio ambiente, “salvo permiso por escrito de todas las personas del mundo”.

La luz sincrotrón: una herramienta extraordinaria para la ciencia

Alejandro Gutiérrez^{1,*}, José Ángel Martín-Gago², Salvador Ferrer³

¹*Instituto Nicolás Cabrera y Departamento de Física Aplicada, Universidad Autónoma de Madrid, Cantoblanco, 28049 Madrid. Corr-ele: a.gutierrez@uam.es. Fax: +34 91 4973520*

²*Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Cantoblanco, 28049 Madrid. Corr-ele: gago@icmm.csic.es*

³*Sincrotrón ALBA, Edifici Ciències, C-3/041 central, campus UAB, 08193 Bellaterra, Barcelona. Corr-ele: ferrer@cells.es*

Asociación para el Avance de la Ciencia y la Tecnología en España (AACTE)
© 2004 AACTE

La luz es una poderosa herramienta para muchas de las disciplinas de las ciencias experimentales. En física, química, biología o incluso en medicina se utiliza frecuentemente algún tipo de luz como sonda para obtener información de la materia objeto de estudio. La luz producida en un sincrotrón cubre un rango continuo entre el infrarrojo y los rayos X, con una gran intensidad y con unas propiedades excepcionales. En este artículo se describe brevemente qué es y como se produce la luz sincrotrón, se describen sus propiedades más importantes y se detallan algunas aplicaciones. Finalmente, se da una breve descripción de ALBA, el futuro sincrotrón español de tercera generación.

Naturaleza de la luz

La descripción clásica de la luz la define como una onda electromagnética, con una velocidad de propagación, c , una longitud de onda y una frecuencia. Esta longitud de onda nos permite clasificar la luz en varios rangos. En orden decreciente de longitud de onda, y creciente de frecuencia y energía, podemos hablar de las regiones del infrarrojo, visible, ultravioleta, rayos X, etc. Coloquialmente se entiende por luz sólo la parte visible del espectro electromagnético, es decir, el rango de longitudes de onda que podemos ver con nuestros ojos. A la parte no visible se le suelen añadir prefijos, tales como *rayos* (rayos X, rayos ultravioleta, rayos infrarrojos, etc.) u *ondas* (ondas de radiofrecuencia, ondas micrométricas o micro-ondas, etc.). En general podemos utilizar el término *luz* para referirnos al rango del espectro electromagnético que va desde el infrarrojo a los rayos X.

Aunque esta descripción clásica de la luz es capaz de explicar una gran cantidad de fenómenos en los que sólo interviene su naturaleza ondulatoria, existen muchos otros que sólo pueden explicarse mediante su naturaleza corpuscular. Es lo que se conoce

como dualidad onda-corpúsculo, que afecta también a partículas de muy pequeño tamaño, como los electrones, y constituye uno de los principios de la mecánica cuántica. De esta manera, tanto la luz como los electrones pueden ser descritos por “paquetes de onda” y, por tanto, ser considerados partículas, que se denominan fotones en el caso de la luz. Análogamente, los electrones pueden ser considerados como “ondas de materia” y descritos por una función de onda, pudiendo manifestar todas las propiedades de las ondas, como la difracción, la refracción o la reflexión. Bajo esta descripción, la luz ultravioleta con una longitud de onda de 100 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) está formada por fotones que transportan una energía de 12,4 eV cada uno (1 eV, o electrón-voltio, corresponde a $1,6022 \times 10^{-19}$ julios). Análogamente, un haz de electrones que viaje con la misma energía, es decir, con 12,4 eV (a una velocidad de aproximadamente 2000 km/s) tiene una longitud de onda de 3,5 ángstrom, ó $3,5 \times 10^{-10} \text{ m}$. La longitud de onda de una partícula depende inversamente de su masa y, por ello, la naturaleza ondulatoria de la materia no es observable para partículas de masa mucho mayor que la de los átomos.¹

* Socio de la AACTE

La luz como herramienta

La luz interactúa con la materia de varias maneras. Esta interacción puede modificar las propiedades de la luz incidente, o bien de la porción de materia afectada por ésta, o de ambas. El análisis de la respuesta a esta interacción proporciona valiosa información sobre la materia que se estudia. Básicamente las interacciones entre luz y materia se pueden agrupar en absorción, difracción y reflexión. La absorción es la base de las espectroscopías, que proporcionan información sobre la estructura energética de la materia, y su descripción necesita la naturaleza corpuscular de la luz. Según la mecánica cuántica, un fotón sólo puede ser absorbido cuando su energía es idéntica a la diferencia entre dos niveles cuánticos de energía, siendo imposible su absorción para otros valores. Estas diferencias energéticas son características de cada elemento químico, así como de los procesos físicos que les afectan. Por tanto, la absorción de luz por la materia, y la consiguiente emisión de luz o partículas, permiten deducir la naturaleza de dichos procesos, así como identificar los componentes de la materia. Los procesos energéticos de interés van desde la excitación de fonones, de gran importancia en el estudio de la superconductividad, con energías de unos pocos meV (infrarrojo) hasta la fotoemisión de electrones internos en elementos pesados, que ocurren a varias decenas de keV (rayos X).²

La difracción, por el contrario, es una manifestación de la naturaleza ondulatoria de la luz y proporciona información estructural de la materia. Para que la difracción sea efectiva la distancia entre los “obstáculos” que la producen debe ser del mismo orden que la longitud de onda de la luz utilizada. Esto quiere decir que, para resolver estructuras del orden de la separación entre átomos (décimas de nm) tendremos que utilizar rayos X con longitudes de onda similares, es decir, con energías de decenas de keV. Gracias a la difracción se puede determinar, por ejemplo, la disposición de los átomos en un material cristalino, la periodicidad de materiales dispuestos en forma de multicapas, o la forma de moléculas complejas.³

Por último, el tercer tipo de interacción entre luz y materia, según el cual la luz sale reflejada o refractada al abandonar esta última, se fundamenta en la óptica geométrica y es la

base de las microscopías. En éstas la materia es considerada como un medio continuo, lo que es equivalente a decir que las estructuras que pueden resolverse tienen un tamaño mucho mayor que la longitud de onda de la luz con la que se observan. A medida que dichas estructuras van tomando un tamaño más pequeño comienzan a aparecer fenómenos de difracción que impiden “ver” con nitidez. Es lo que se conoce como *límite de difracción*, que, en el caso de la microscopía clásica, es decir, en el visible, es del orden de la micra. Para poder ver cosas de tamaño más pequeño hay que utilizar luz (o haces de partículas, como los electrones en los microscopios electrónicos) con longitudes de onda mucho menores que lo que se quiere observar. Los microscopios de rayos X, que se están desarrollando desde hace pocos años en instalaciones de luz sincrotrón, pueden conseguir una resolución mucho mejor que los microscopios ópticos y tienen la ventaja frente a los microscopios electrónicos de que se puede observar material biológico “vivo”, es decir, sin desnaturalizar.⁴

La luz sincrotrón

Un sincrotrón es una gran instalación que produce luz con unas propiedades extraordinarias. Se basa en un acelerador circular de partículas cargadas, generalmente electrones. Clásicamente está bien establecido que toda partícula cargada que es acelerada produce radiación electromagnética. Ejemplos cotidianos de ello son las antenas, que producen ondas de radiofrecuencia debidas al movimiento acelerado de electrones en un hilo conductor. O los generadores de micro-ondas, los klistrones, que emiten ondas micrométricas al acelerar electrones linealmente en vacío en el interior de una cavidad resonante. La velocidad, o energía, de los electrones en estos casos es pequeña, del orden de algunos cientos de voltios. La radiación emitida por una carga acelerada tiene su máxima intensidad en el plano perpendicular al vector aceleración, siendo nula en la dirección de dicho vector. Por otro lado, la distribución respecto al ángulo acimutal es homogénea, formando una especie de rosquilla cuyo agujero es coaxial con el vector aceleración (ver Fig. 1a). En un sincrotrón los electrones se mueven a una velocidad muy próxima a la de la luz, con energías del orden del GeV (giga electrón-voltio, $1\text{Gev} = 10^9\text{ eV}$). Para partículas a estas velocidades es necesario considerar la teoría de la Relatividad y aplicar las correspondientes

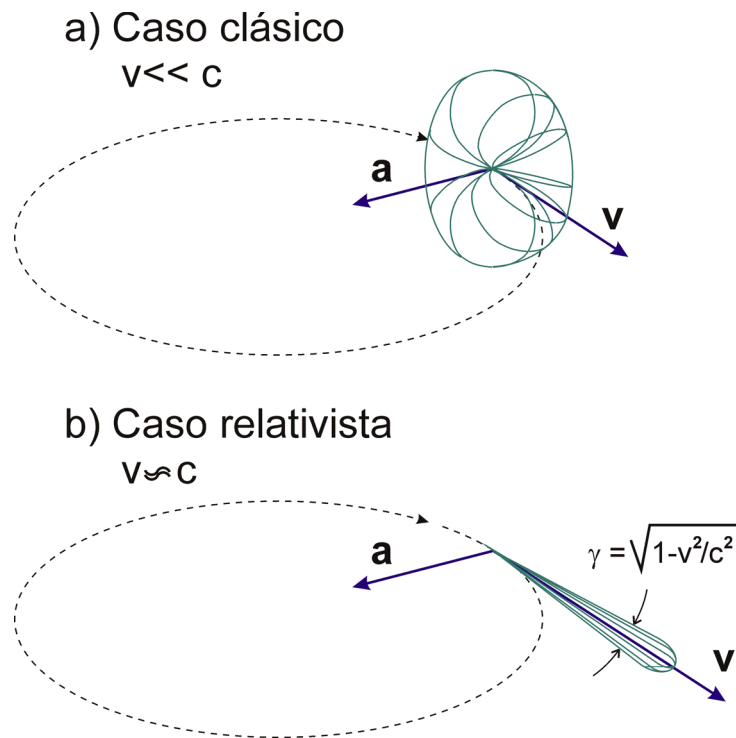


Figura 1: Distribución angular de la radiación emitida por una carga eléctrica que describe una trayectoria circular, es decir, con una aceleración centrípeta, \mathbf{a} , dirigida hacia el centro de la circunferencia. Para velocidades pequeñas no hay emisión en la dirección paralela a la aceleración, siendo máxima la intensidad para las direcciones perpendiculares a la misma. En el caso relativista, es decir, para velocidades de la partícula próximas a la de la luz, la distribución forma un cono estrecho tangente a la trayectoria, es decir, paralelo a la velocidad. La apertura de dicho cono es tanto más estrecha cuanto mayor sea la velocidad, siguiendo la expresión $\gamma = \sqrt{1 - v^2/c^2}$

transformaciones de Lorentz. La deformación espacio-temporal resultante de esta transformación hace que, mientras que en el sistema de referencia de la partícula la radiación es emitida homogéneamente en el plano perpendicular a la aceleración, como en el caso clásico, en el sistema de referencia en reposo (el que nos interesa, es decir, el del laboratorio) la radiación es emitida a lo largo de un cono dirigido en la misma dirección que la velocidad de la partícula en ese instante (ver Fig. 1b). La apertura del cono disminuye a medida que aumenta la velocidad de la partícula según la expresión⁵

$$\gamma = \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

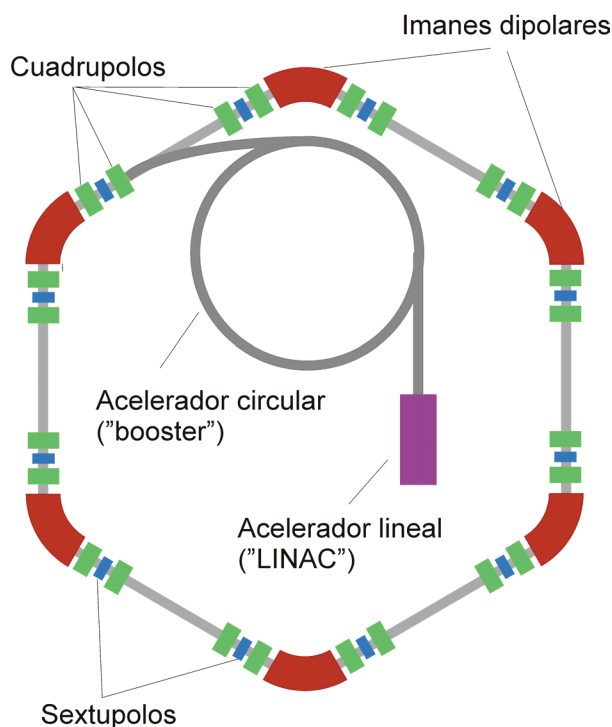
La luz sincrotrón es producida aplicando una aceleración centrípeta a un haz de electrones relativistas, es decir, sometiéndolos a un movimiento circular con velocidad constante. Se descubrió casualmente en 1947, cuando un grupo de físicos de partículas estaba tratando de optimizar las condiciones para

mantener un paquete de electrones en un acelerador circular de 70 MeV. El experimento, que había sido propuesto por Edwin McMillan, consistía en sincronizar los electrones de distintas energías, de forma que los más lentos recibieran más impulso y los más rápidos menos, formándose de este modo paquetes de electrones.⁶ McMillan bautizó este tipo de acelerador como sincrotrón. Afortunadamente, y a diferencia de otros aceleradores similares de la época, en este caso las paredes eran de vidrio y permitieron ver la luz visible que atravesaba las mismas. Dicha luz fue bautizada como radiación sincrotrón.⁷

Durante algunos años se consideró a la radiación sincrotrón como un efecto no deseado, ya que impedía aumentar de manera apreciable la energía de las partículas debido a estas pérdidas por radiación. En la década de los sesenta, algunos científicos ajenos a la física de partículas comenzaron a utilizar la radiación sincrotrón para realizar estudios de difracción durante los períodos en que los

Anillo de almacenamiento

Figura 2: Esquema típico de un anillo de almacenamiento de un sincrotrón de segunda generación. Los electrones se aceleran en dos etapas hasta llegar a su energía definitiva, momento en que son inyectados al anillo de almacenamiento. La primera etapa está formada por un acelerador lineal (LINAC es el acrónimo de "Linear Accelerator"), mientras que la segunda etapa suele consistir en un acelerador circular. Dentro del anillo de almacenamiento, la trayectoria de los electrones es desviada mediante potentes imanes de curvatura. La dispersión que se produce debido a la repulsión electrostática de los electrones se corrige mediante imanes cuadrupolares y sextupolares. En los sincrotrones de segunda generación la luz es producida sólo en los tramos curvos.



físicos de partículas "descansaban" de sus experimentos. Las instalaciones que permitieron esta utilización inicial de la radiación sincrotrón se conocen como sincrotrones de primera generación.

Los sincrotrones de segunda generación son los que se comenzaron a construir en la década de los 80, con dedicación completa a la producción de luz sincrotrón. Aunque un sincrotrón se basa en el movimiento circular de los electrones, la trayectoria de estos en los llamados anillos de almacenamiento (*storage rings*) no es completamente circular, sino que tiene tramos rectos y curvos. La luz se produce en los tramos curvos (ver Fig. 2), ya que es en éstos donde los electrones son acelerados para describir brevemente un movimiento circular. La curvatura de los electrones se realiza mediante intensos campos magnéticos producidos por imanes de dipolares o de curvatura*. Para mantener colimado el haz de electrones se utilizan también, a modo de lentes, imanes

cuadrupolares y sextupolares. El diámetro de un sincrotrón de segunda generación es del orden de decenas de metros.

Para conseguir una corriente estable de electrones dentro del anillo de almacenamiento, éstos tienen que ser previamente acelerados hasta su energía final. Este proceso suele hacerse, al menos, en dos etapas. La primera etapa de aceleración se realiza mediante un acelerador lineal, que lleva a los electrones a una energía en torno al 10 % del total. En la segunda etapa se utiliza un acelerador circular, que es el que permite alcanzar la energía final de inyección. Finalmente los electrones son inyectados al anillo de almacenamiento, en el que, en cada vuelta, se les proporciona la energía que han perdido por radiación mediante un potente generador de radiofrecuencia.⁵

Los sincrotrones de tercera generación, que comenzaron a funcionar en la década de los 90, se basan en los llamados dispositivos de inserción, que son imanes multipolares en los tramos rectos del anillo de almacenamiento. Dichos imanes multipolares producen un movimiento serpenteante del haz de electrones que hace que emita luz en cada una de las ondulaciones (tramos curvos). El resultado final es un haz de luz al que contribuyen todos los haces originados en cada ondulación y, por

* Una partícula cargada en movimiento sometida a un campo magnético perpendicular a su trayectoria experimenta una fuerza y, por tanto, una aceleración, perpendicular a su velocidad y al propio campo magnético. El resultado, si el campo es constante, es que la partícula describe un movimiento circular.

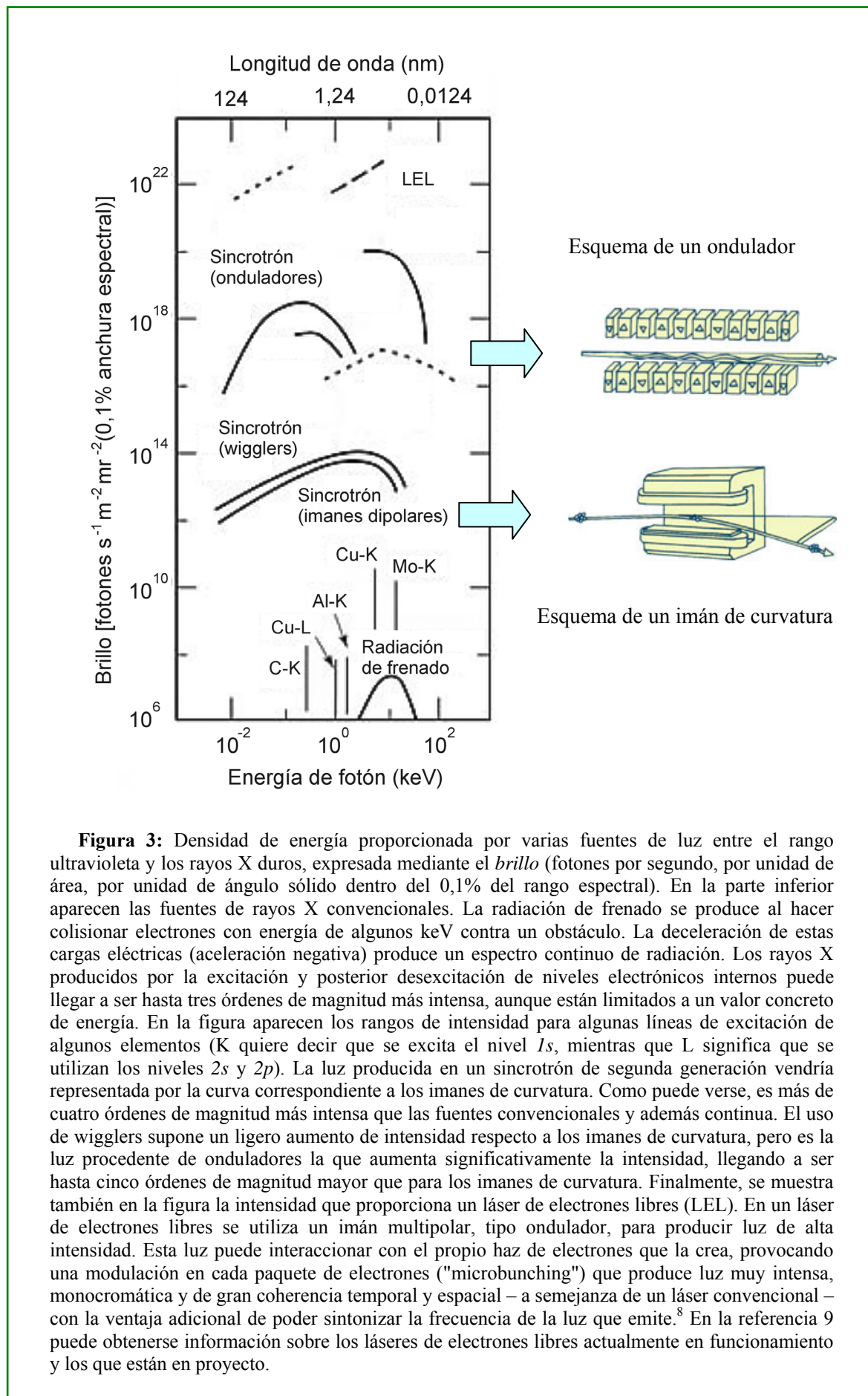


Figura 3: Densidad de energía proporcionada por varias fuentes de luz entre el rango ultravioleta y los rayos X duros, expresada mediante el *brillo* (fotones por segundo, por unidad de área, por unidad de ángulo sólido dentro del 0,1% del rango espectral). En la parte inferior aparecen las fuentes de rayos X convencionales. La radiación de frenado se produce al hacer colisionar electrones con energía de algunos keV contra un obstáculo. La deceleración de estas cargas eléctricas (aceleración negativa) produce un espectro continuo de radiación. Los rayos X producidos por la excitación y posterior desexcitación de niveles electrónicos internos puede llegar a ser hasta tres órdenes de magnitud más intensa, aunque están limitados a un valor concreto de energía. En la figura aparecen los rangos de intensidad para algunas líneas de excitación de algunos elementos (K quiere decir que se excita el nivel $1s$, mientras que L significa que se utilizan los niveles $2s$ y $2p$). La luz producida en un sincrotrón de segunda generación vendría representada por la curva correspondiente a los imanes de curvatura. Como puede verse, es más de cuatro órdenes de magnitud más intensa que las fuentes convencionales y además continua. El uso de wiguers supone un ligero aumento de intensidad respecto a los imanes de curvatura, pero es la luz procedente de onduladores la que aumenta significativamente la intensidad, llegando a ser hasta cinco órdenes de magnitud mayor que para los imanes de curvatura. Finalmente, se muestra también en la figura la intensidad que proporciona un láser de electrones libres (LEL). En un láser de electrones libres se utiliza un imán multipolar, tipo ondulator, para producir luz de alta intensidad. Esta luz puede interactuar con el propio haz de electrones que la crea, provocando una modulación en cada paquete de electrones ("microbunching") que produce luz muy intensa, monocromática y de gran coherencia temporal y espacial – a semejanza de un láser convencional – con la ventaja adicional de poder sintonizar la frecuencia de la luz que emite.⁸ En la referencia 9 puede obtenerse información sobre los láseres de electrones libres actualmente en funcionamiento y los que están en proyecto.

tanto, de gran intensidad. Este tipo de dispositivos de inserción se conoce como onduladores cuando todos los haces son coherentes y, por tanto, la intensidad final puede ser mucho mayor que la suma de todos ellos. Cuando no se da esta condición de coherencia reciben el nombre de *wigglers* (*wiggle* significa contonear, menear).⁵

En la figura 3 aparece representada la intensidad típica de la luz producida en algunos sincrotrones de segunda y tercera generación comparada con la de otras fuentes convencionales. Dicha intensidad se suele expresar mediante el *brillo*, que corresponde al número de fotones por segundo, por unidad de área y por unidad de ángulo sólido para un rango espectral del 0,1% del total. Como puede verse, el uso de onduladores en los sincrotrones de tercera generación ha supuesto un aumento de hasta cinco órdenes de magnitud respecto a los de segunda generación, basados sólo en imanes de curvatura.

Alta intensidad

Pero, ¿qué es lo que hace que la luz sincrotrón sea tan excepcional? ¿Cuál es la justificación de que existan actualmente más de 50 sincrotrones en todo el mundo y se estén construyendo varios más? ¿Se puede justificar su coste en relación con los resultados que se obtienen con este tipo de instalaciones? Hemos visto indirectamente algunas respuestas a estas preguntas en las secciones anteriores, pero las detallaremos a continuación.

En primer lugar, la luz sincrotrón tiene un rango espectral tremendamente amplio. Cubre continuamente el rango que va del infrarrojo a los rayos X más energéticos. En la Fig. 3 puede apreciarse este hecho. No existe ninguna fuente de luz convencional que cubra un espectro tan amplio. A efectos prácticos, aunque puede utilizarse la luz sincrotrón en el visible o el infrarrojo, el rango de mayor interés comprende el ultravioleta lejano y los rayos X, ya que para rangos menos energéticos existen fuentes de luz convencionales de gran calidad, como los láseres.

En segundo lugar, y tal y como se muestra en la Fig. 3, una de las propiedades únicas de la luz sincrotrón es su alta intensidad. Más concretamente, su densidad de intensidad, o brillo. Esta alta densidad de energía permite realizar experimentos en tiempos muy cortos, con una extraordinaria relación señal/ruido y con una alta resolución en energía. La realización de experi-

mentos en intervalos de tiempo muy cortos permite observar procesos en tiempo real, tales como transiciones de fase o cualquier tipo de transformación química o estructural. En los sincrotrones actuales se pueden tomar espectros de absorción o diagramas de difracción completos en décimas de segundo, cuando los mismos experimentos con fuentes convencionales pueden llevar horas o incluso días.

El considerable aumento de la relación señal/ruido que se obtiene en los modernos sincrotrones permite resolver estructuras que antes quedaban ocultas por su baja intensidad. Esto ha sido especialmente importante en la determinación de estructuras de macromoléculas mediante difracción, donde se han producido importantes avances en los últimos años gracias al uso de la luz sincrotrón. De hecho, la cristalografía de proteínas es una de las disciplinas que más demanda en la actualidad el uso del sincrotrón.

Por último, el pequeño diámetro del haz de luz, junto con su pequeña divergencia, que permiten mantener el haz con un tamaño menor de 1 mm² a varias decenas de metros de distancia, hacen posible disminuir el error al seleccionar una determinada energía de fotón, es decir, permiten aumentar la resolución en energía. Como hemos dicho, el espectro de la luz sincrotrón es continuo entre el infrarrojo y los rayos X. Para seleccionar una energía de fotón determinada se usan monocromadores, que difractan cada energía a un determinado ángulo, tal y como hace un prisma con la luz visible. Los monocromadores pueden consistir en monocristales de Si o Ge en el caso de los rayos X de alta energía, o de redes de difracción con espaciados micrométricos para rayos X blandos. Para escoger una energía determinada se coloca una rendija de salida a continuación del monocromador a un determinado ángulo. La apertura de esta rendija determina el error en la energía seleccionada. Si se quiere ganar en resolución, es decir, disminuir el error en energía, se puede cerrar más la rendija, pero si ésta se cierra demasiado la cantidad de luz que la atraviesa puede ser insuficiente para realizar el experimento. Es por ello que siempre debe adoptarse un compromiso entre intensidad y resolución. Sin embargo, un aumento en la intensidad de la fuente de luz permitirá una menor apertura de la rendija sin que la intensidad que llega al experimento disminuya, lográndose, por tanto, una mayor resolución en energía.

La alta intensidad y colimación de la luz sincrotrón permiten obtener en la actualidad fácilmente valores de resolución de energía, $E/\Delta E \approx 40000$, es decir, al seleccionar luz con una energía de 1000 eV se cometen errores $\Delta E = \pm 25 \text{ meV} = 0,025 \text{ eV}$. Esto permite realizar experimentos de espectroscopía con una precisión sin precedentes.

Polarización

Otra propiedad importante de la luz sincrotrón es que está polarizada. La polarización es lineal en el plano de la órbita de los electrones y circularmente polarizada por encima o por debajo de dicho plano. También puede obtenerse luz circularmente polarizada mediante un ondulator, mediante una configuración adecuada de los campos magnéticos.⁵ Una onda electromagnética está linealmente polarizada cuando la dirección de oscilación de su campo eléctrico tiene una orientación fija. En el caso de la luz circularmente polarizada dicha dirección gira alrededor de la dirección de propagación.¹¹

La polarización lineal es útil en sistemas con anisotropía axial, ya que se puede obtener información de las distintas propiedades del material según su orientación. Para ello basta con cambiar el ángulo de incidencia de la luz que llega al material respecto a su superficie. En incidencia normal el vector campo eléctrico es paralelo al plano de la superficie y se excitan solamente procesos paralelos a dicho plano. En incidencia rasante, el vector campo eléctrico es casi perpendicular a la superficie y, en este caso, la información obtenida es también relativa a esta dirección.¹²

Por otro lado, al realizar experimentos espectroscópicos sobre ciertos materiales magnéticos con luz circularmente polarizada a derechas o a izquierdas se observan diferencias. Se dice que dichos materiales muestran dicroísmo circular y este fenómeno proporciona información esencial sobre el magnetismo de los materiales. También puede usarse luz circularmente polarizada para realizar difracción magnética, con lo que puede obtenerse información estructural y magnética simultáneamente.¹³

Estructura temporal

El haz de electrones que circula dentro del anillo de un sincrotrón no es continuo. Está formado por varios “paquetes” de electrones separados por una cierta distancia. Por tanto, la

luz que proporciona un sincrotrón tampoco es continua, sino que está compuesta de pulsos cortos separados por periodos algo más largos sin luz. Estos periodos son de algunos nanosegundos, frente a la duración de los pulsos, que es del orden de los picosegundos.

En la mayoría de los casos, los detectores y espectrómetros que se usan en un sincrotrón no son capaces de resolver estos intervalos de tiempo tan pequeños, por lo que, en la práctica, detectan la luz como si fuera un haz continuo. No obstante, en algunos casos interesa investigar fenómenos muy rápidos que ocurren en estas escalas de tiempo. Para ello se pueden utilizar detectores especiales que pueden captar señales muy rápidas. Al mismo tiempo, para realizar este tipo de experimentos se inyecta una cantidad menor de paquetes de electrones dentro del anillo del sincrotrón, de forma que se aumenta el tiempo entre pulsos hasta algunos cientos de nanosegundos. De esta manera se pueden realizar experimentos en los que se excita algún proceso interno de una muestra mediante el pulso de luz, y se observa cómo se relaja dicha excitación durante el tiempo que transcurre hasta el siguiente pulso de luz.

Pero ¿cómo es un sincrotrón?

Hasta aquí hemos visto que un sincrotrón es una máquina capaz de producir radiación electromagnética (luz) de alta intensidad, polarizada, pulsada y con longitudes de onda que comprenden desde los rayos X hasta la luz infrarroja. Para ello se aceleran electrones hasta velocidades muy cercanas a las de la luz y se inyectan a un anillo de almacenamiento de algunos centenares de metros de diámetro. El interior de dicho anillo se encuentra en ultra-alto vacío (presiones en el interior del orden de 10^{-10} milibares), ya que es necesario eliminar casi todas las moléculas de gas residual para evitar que los paquetes de electrones se desvíen de su trayectoria al colisionar con ellas. El anillo está rodeado por una pared de hormigón con varias aberturas por las que sale la luz sincrotrón por un tubo de acero, también en vacío, que se denomina “línea de luz”.

Alrededor del anillo en el que giran los electrones se sitúan diferentes laboratorios, o estaciones experimentales, a los que llegan las líneas de luz. Una vez que la luz sincrotrón entra en una línea de luz, se selecciona la longitud de onda necesaria para realizar el correspondiente experimento mediante un

Figura 4: Vista aérea del sincrotrón de tercera generación europeo de Grenoble. Cortesía del ESRF (siglas de European Synchrotron Radiation Facility). <http://www.esrf.fr>



monocromador. Cada una de estas líneas está especializada en una determinada técnica experimental aplicada a un área de conocimiento. Así, si paseamos por el interior de una de estas instalaciones nos encontramos estaciones experimentales muy diferentes donde se realizan experimentos muy variados, desde biología, farmacología o medicina hasta química, física, ciencia de materiales o litografía aplicada a la industria.

Puesto que un sincrotrón es una instalación con un alto coste como para ser utilizado en exclusividad por los grupos que trabajan en cada una de las líneas, éstas están abiertas para que puedan ser utilizadas por cualquier grupo de investigación, tanto nacional como internacional. Para ello, los diferentes grupos presentan proyectos donde describen en detalle el tipo de experimento que pretenden realizar y los resultados que esperan obtener. Una comisión internacional de expertos se reúne para evaluar cada seis meses o un año todas las propuestas recibidas, de manera que se realizan los experimentos propuestos que consiguen mejor evaluación. Así, por una determinada línea experimental están circulando constantemente grupos de investigadores para realizar experimentos diferentes. El tiempo típico por experimento oscila entre 3 y 14 días, según la complejidad del mismo. Durante ese tiempo el suministro de luz sincrotrón suele abarcar las 24 horas al día.

Veamos a continuación algunos ejemplos de aplicaciones de un sincrotrón. En química, utilizando la estructura temporal que hemos mencionado anteriormente (un pulso de luz cada vez que un paquete de electrones pasa por la “ventana” que da a nuestra línea de luz), se

puede realizar una “fotografía” (espectro) para cada pulso de luz, de manera que se pueda seguir una reacción química con intervalos de nanosegundos. Esta técnica se ha utilizado para estudiar el comportamiento de materiales catalizadores en condiciones reales de funcionamiento, y se ha podido ver cómo durante el funcionamiento del catalizador se forman fases intermedias de muy corta vida, en las que la molécula interacciona con el sustrato.¹⁴

Otras líneas de luz estudian la materia en condiciones especiales. Se puede, por ejemplo realizar experimentos de difracción a muy altas presiones utilizando una celda de diamante, que consiste en dos cristales de diamante presionando el material de interés, que está confinado en una cápsula especial. La alta dureza del diamante permite aplicar presiones millones de veces más altas que la presión atmosférica. Estas presiones son comparables a las que se alcanzan en el centro de la tierra y, por tanto, permiten estudiar el estado de la materia a 5500°C y 3,6 millones de bares, para intentar responder a la pregunta de cuál es la estructura real de aleaciones de Fe-Ni en el centro de la tierra.¹⁵

Algunas líneas de biología estructural investigan la posición en el espacio de cada una de las moléculas que forman pequeños virus o proteínas, que es el primer paso para la realización de fármacos específicos. Por ejemplo, recientemente, D. Stuart y su grupo (Oxford, UK) en el sincrotrón europeo de Grenoble, han conseguido medir 50.000 reflexiones en un patrón de difracción de rayos X de un cristal del virus de la lengua azul, causante de muchas muertes en ganado. La

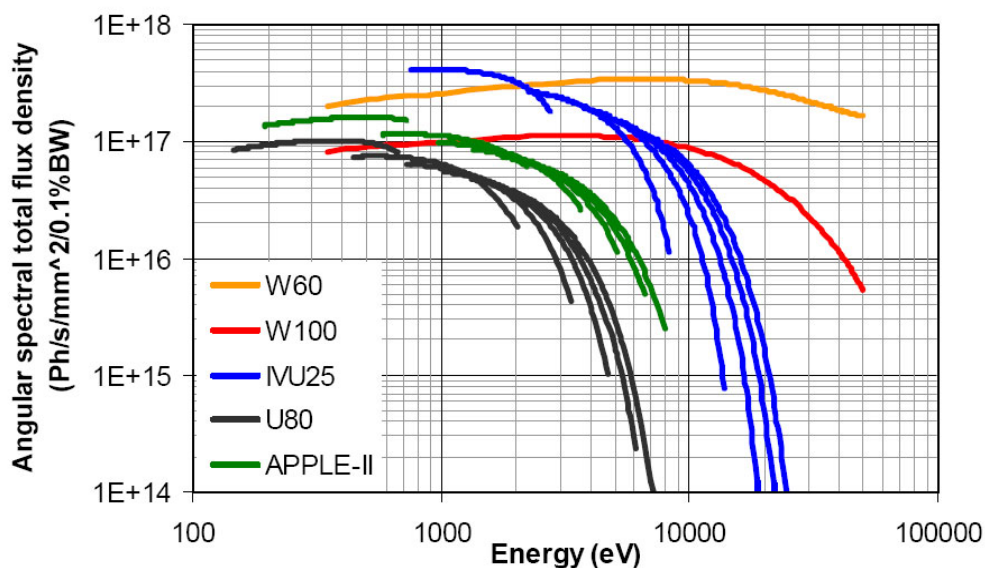


Figura 5: Distribución espectral de algunos onduladores que figuran en el proyecto actual del sincrotrón español de tercera generación, ALBA.

precisión en la posición de las moléculas es de 0,35 nm. Esta es la estructura molecular más grande que se ha resuelto hasta ahora.¹⁶

Durante los últimos años ha crecido el interés por utilizar líneas experimentales para usos médicos. Los usos principales son la mamografía y la angiografía. Cuando una de estas líneas se utiliza para diagnóstico de pacientes, se dispone en una parte del anillo con acceso desde el exterior, y presentación amigable. Las angiografías son radiografías de las arterias con elevada precisión y alta resolución, de manera que permiten la localización de trombos y estudiar la evolución de los mismos a distintos fármacos. Las principales ventajas de estas técnicas radiológicas son una muy baja dosis para el paciente (aunque la intensidad es grande el tiempo de irradiación es muy pequeño) y la calidad de las imágenes obtenidas.¹⁷

No sólo la ciencia básica, sino también la industria se beneficia de estas instalaciones. Algunas empresas multinacionales que invierten en investigación propia, deciden instalar líneas donde puedan estudiar fallos en algunos de los componentes electrónicos que fabrican, realizar máscaras mediante tratamientos litográficos tanto para aplicaciones microelectrónicas como mecánicas, o calibrar instrumentos. Recientemente en Alemania se ha construido un sincrotrón (ANKA) especializado en dar servicio a la industria.¹⁸

Por último indicar que estos aparatos no producen ningún tipo de residuo ni de radioactividad ambiental, ya que los electrones no pueden salir del tubo de vacío sin interactuar con el aire y recombinarse con sus moléculas, por lo tanto un fallo por ejemplo, de electricidad, o en el sistema de vacío, o de aceleración, sólo causa la pérdida del haz y los gritos malhumorados de los científicos que han perdido la oportunidad tan esperada de realizar sus experimentos.

ALBA: el sincrotrón español de tercera generación.

Después de casi diez años desde que se realizó la primera propuesta, el Gobierno del Estado y de la Generalitat aprobaron en 2003 la financiación de un proyecto destinado a construir y explotar un sincrotrón de tercera generación para satisfacer las necesidades de los científicos de nuestro país y para dotar a España de una instrumento científico avanzado al igual que la mayoría de países circundantes.

El sincrotrón, al que se le ha dado el nombre de ALBA, estará ubicado en la comarca del Vallés, en las cercanías de la Universidad Autónoma de Barcelona. Está previsto que comience a dar servicio en 2010. En la actualidad el proyecto está bastante avanzado y en breve comenzará la construcción. A día de hoy, varias opciones están claras dentro del proyecto en lo que respecta a los aceleradores: la energía de los

electrones será de 3 GeV, lo que permitirá que el espectro de la radiación de los onduladores llegue a los 20 keV; la emitancia horizontal, que mide cuánto diverge el haz de luz, será inferior a 5nm rad, lo que abrirá grandes para el uso de microscopías y espectromicroscopías; habrá unas 15 secciones rectas para la instalación de onduladores o wigglers; la intensidad máxima estimada será de 10^{19} fotones $s^{-1} mm^{-2} mrad^{-2}$ (0,1% ancho de banda); la circunferencia medirá 250 metros.¹⁹ La figura 5 muestra la distribución espectral calculada de algunos posibles onduladores y wigglers.

La discusión sobre las posibles líneas de luz que se construirán en la primera fase se inició en febrero de este año en una reunión nacional de usuarios de radiación sincrotrón que se celebró en Málaga.²⁰ Actualmente está en marcha un proceso de definición de objetivos científicos que debería conducir a la decisión de cuáles van a ser las cinco primeras líneas de luz que se construirán. Esta decisión debería estar tomada en la primavera de 2005. Después de las cinco primeras líneas se continuará con una segunda fase, en la que se añadirán más líneas. El número total de líneas que se podrán ubicar en ALBA es de unas 26, de las cuales unas 8-12 estarán situadas en imanes de curvatura y el resto en secciones rectas para instalar dispositivos de inserción. Puede conseguirse más información en la página de internet del consorcio para la construcción del sincrotrón español.¹⁹

Agradecimientos

Los autores agradecen a Maurizio Sacchi la lectura crítica del manuscrito.

Bibliografía

1. Para profundizar pueden consultarse algunos libros básicos de mecánica cuántica, como por ejemplo, R. Eisberg y R. Resnick "Física cuántica de átomos, moléculas, sólidos, núcleos y partículas", Ed. Limusa (1989), o C. Sánchez del Río "Física cuántica", Ed. Pirámide (2002).
2. Véase, por ejemplo, A. Requena, J. Zúñiga "Espectroscopía" Prentice-Hall (2003).
3. C. Hammond "The basics of crystallography and diffraction" Oxford University Press (1997).
4. A.G. Michette, G.R. Morrison, C.J. Buckley, "X-ray microscopy III", vol. 67 de la serie "Springer Series in Optical Sciences", Berlin, Springer Verlag (1992).
5. H. Wiedemann, "Synchrotron Radiation" Springer Verlag (2002).
6. E. McMillan, "The Synchrotron: a proposed high energy particle accelerator" Phys. Rev. **68** (1945) 143.
7. Arthur L. Robinson, "History of Synchrotron Radiation", X-ray Data Booklet, Section 2-2. Editado por el Lawrence Berkeley National Laboratory (2001). Puede consultarse en <http://xdb.lbl.gov>
8. W.B. Colson, C. Pellegrini, A. Renieri (eds.), "Free electron lasers", volumen de la serie "Laser Handbook", North-Holland (1990).
9. http://sbfel3.ucsb.edu/www/vl_fel.html
10. A. Baraldi, G. Comelli, S. Lizzit, M. Kiskinova, G. Paolucci, Surf. Sci. Rep. **49** (2003) 169
11. E. Hecht, A. Zajac "Óptica", Addison Wesley Iberoamericana (1990).
12. A. Gutiérrez, M.F. López, I. García y A. Vázquez, J. Vac. Sci. Technol. A **15** (1997) 294.
13. E. Beaurepaire, B. Carrière (eds) "Magnetism and synchrotron radiation" EDP Sciences (Les Ulis, Francia, 1997).
14. M.A. Newton, D.G. Burnaby, A.J. Dent, S. Díaz-Moreno, J. Evans, S.G. Fiddy, T. Neisius y S. Turin, J. Phys. Chem. B **106** (2002) 4214.
15. S.K. Saxena, L.S. Dubrowinski, P. Hggkvist, Y. Cerenius, G. Shen y H.K. Mao, Science **269** (1995) 1703.
16. J. Grimes, A.K. Basak, P. Roy y D. Stuart, Nature **373** (1995) 167.
17. W.R. Dix, Prog. Biophys. Molec. Biol. **63** (1995) 159
18. <http://hikwww1.fzk.de/anka/>
19. <http://www.cells.es>
20. <http://www.ause.uma.es>

EL RINCÓN PRECARIO*

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

[R.G.] Sigo sin poder superar el terrible pesimismo que me embarga. Dudo que esta vez pueda arrancaros una sonrisa, después de un verano tan calentito. Sí, ya sé que en la mayor parte del país las temperaturas han sido suaves, pero aquí en Valencia justo ahora empezamos a poder dormir. Levante feliz, caluroso y húmedo. Y mis malditas semi-vacaciones, interrumpidas por una magnífica otitis bilateral y los problemas digestivos de mi hija (¿qué sería un verano sin calor, mosquitos, otitis y diarreas?). Ya empezaba a creer que lo único que me salvaría sería la vuelta al trabajo, a la normalidad, a los primeros atisbos de otoño... Pero el regreso ha sido tan desastroso como el verano, haciendo buena la frase de que cualquier situación penosa siempre es susceptible de empeorar. Si el verano ha sido aquí caluroso, calentitos hemos vuelto este septiembre con la noticia de la nueva convocatoria de becas de FPU, con alevosía y estivalidad (http://www.precarios.org/comunicados/comunicado_FJI_01092004.html). Las tormentas se han sucedido estas semanas, al otro lado de mi ventana, y dentro de mi ordenador. Realmente ha sido prodigiosa la forma en que toda la comunidad científica ha respondido al unísono contra tamaño despropósito. Según las palabras de nuestro Presidente de Gobierno, las intenciones son buenas y en caso de error, lo importante es saber rectificar... Pero ¿es eso suficiente? El PSOE prometió en su programa electoral mejoras en las condiciones “laborales” de los becarios de investigación. Las mejoras no podían ser automáticas, y esperamos pacientemente 100 días, y hasta casi 6 meses... para encontrarnos con que, o hay un “topo” en el Ministerio que se las cuela sin que las vean venir, o realmente tiene razón la oposición al decir que el actual Gobierno tiene buenas intenciones, pero poca idea de cómo llevarlas a la práctica. Y, al fin y al cabo, la rectificación parece que sólo va a dejar las cosas más o menos como estaban (http://www.precarios.org/comunicados/comunicado_FJI_08092004.htm), con algún ligero recorte. Para este viaje no hacían falta alforjas...

Simultáneamente, se está preparando la convocatoria de las becas postdoctorales... Si, becas, como siempre. ¿No quedamos en que la máxima formación que se consigue en la Universidad capacita para adquirir el título de Doctor? Pues, ¡hale, a seguir formándose!

Y, por si fuera poco, estos días se ha producido el fallecimiento de un becario mientras realizaba su “trabajo” en Zaragoza. Cesar B. P. murió en una cámara de atmósfera controlada porque se quedó sin oxígeno, tenía 23 años y llevaba un mes y medio de becario. Malos tiempos para la lírica...

Los contratados Ramón y Cajal tampoco se libran de los negros nubarrones de final de verano. Y el tiempo corre en su contra. Se mantiene la incertidumbre, sólo hay un compromiso verbal de alcanzar una solución antes de fin de año, sin aportar propuestas precisas. Pasado el ecuador del Programa para la primera convocatoria, no se ha avanzado ni un milímetro en las posibles medidas de estabilización. Ni siquiera se han planteado los cauces a través de los que los responsables políticos piensan que ésta se lleve a término. Incluso empiezan a cruzarse mensajes sobre si los Contratados en Practicas tienen o no derecho al subsidio de desempleo al finalizar sus contratos... Porque no hay que olvidar que algunos contratados Ramón y Cajal tienen un Contrato en Prácticas, modalidad diseñada para “proporcionar a los trabajadores que acceden por primera vez al mercado de trabajo una determinada cualificación profesional, es decir, proveer de la formación profesional práctica a quienes solamente tienen conocimientos teóricos, que los ha adquirido mediante la obtención de un título habilitante para el ejercicio de determinada profesión”, según una sentencia judicial. Para llorar...

Si las cosas siguen como hasta ahora, en breve los flamantes “cerebros recuperados” deberán empezar a dedicar todas sus energías en preparar alternativas, principalmente fuera de nuestras fronteras (algunos ya lo están haciendo, como podéis ver en la carta de Cecilio Mar, que se publica en la sección de Correspondencia de este número). Al mismo tiempo, si el Programa, llegado ese punto, fracasa, el mensaje para los científicos que están fuera, y para los que se inician en su

* Con la colaboración desinteresada de **Jesús Rodríguez Requena** (Departamento de Microbiología, Facultad de Medicina, Universidad de Santiago) y **José Luis Trejo Pérez** (Departamento de Plasticidad Neuronal, Instituto Cajal, CSIC), ambos investigadores del Programa Ramón y Cajal.

carrera, será absolutamente demoledor, y la ciencia española quedará hipotecada durante los próximos 10-15 años por lo menos.

Al flamante Ministerio recién estrenado le quedan muchos deberes por hacer, y nadie sabe qué ritmo le han impuesto a su trabajo. Hay que encontrar una solución para el Programa Ramón y Cajal, modificar el Real Decreto del Estatuto del Becario, la Ley de la Ciencia, la LOU... ¿por dónde empezar? Todo sería más sencillo si se hiciera una planificación coherente de la carrera investigadora desde sus fases iniciales, incluyendo formas contractuales adecuadas y coherentes con el trabajo que se pretende hacer. Pero eso tampoco es sencillo, y cada uno sigue barriendo para casa. Me pregunto de qué casa son los actuales responsables del Ministerio... ¿O eso ya lo sabemos? ¿Y eso es bueno o malo?

Miedo me dan. Pero no adelantemos acontecimientos... esperemos tres meses más, para ver qué os puedo contar a finales de año. Igual por entonces ya me he curado del pesimismo crónico que me está dando, y puedo escribir un texto más optimista. Hasta entonces, que tengáis un fructífero otoño.

CRÍTICA DE LIBROS

Evolución. La base de la biología

José Luis Yela*
Socio de la AACTE

Título: Evolución, la base de la biología

Editorial: Crítica Proyecto Sur de Ediciones S. L., Granada

Editor: Manuel Soler

Precio aproximado: 20 €

Páginas: 559

ISBN: 84-8254-139-0

A modo de introducción

En números anteriores de *Apuntes* se han comentado obras sobre temas tan fundamentales como, por ejemplo, el estado actual de la ciencia. Esta vez dedicamos unas líneas a un libro escrito en torno al proceso central que rige la materia viva, la evolución. Aunque no es un texto que contenga novedades conceptuales importantes, puesto que no es su objetivo, es una puesta al día sobresaliente de la materia. Y no son mis palabras: lo dice el mismísimo Francisco J. Ayala, eminente y conocido genético y evolucionista español, radicado desde hace 40 años en Estados Unidos y que trabaja en la Universidad de California, Irvine. Además, el libro cumple otros requisitos de fondo y de contexto que lo hacen merecedor de atención especial.

En primer lugar, como digo, el tema mismo que trata. La formalización del mecanismo de selección natural como motor fundamental de la transformación paulatina (continua o no tan continua, que esa es otra cuestión) y adaptativa de lo viviente, llevada a cabo por Darwin hacia mediados del siglo XIX, contribuyó muy significativamente a un cambio radical de la manera de interpretar el mundo por parte de la sociedad “occidental”. Esta manera de interpretar la realidad se transformó de finalista en azarosa y contingente de manera gradual pero aproximadamente exponencial. Lo cual quiere decir que sigue transformándose, pues ha de tenerse en cuenta que apenas ha transcurrido siglo y medio desde entonces y que el lastre esencialista, inmovilista y determinista pesa socialmente mucho todavía, después de tantos siglos de influjo de escuelas como la platónica o la tomista. Muchos (en nuestro mundo “occidental”, racionalista y positivista) consideran la revolución darwinista como la de mayores consecuencias para la humanidad después de la propiciada por Isaac Newton; otros incluso la consideran por delante.

En segundo lugar, se trata de un texto de evolución en español dirigido por un español (Manuel Soler, de la Universidad de Granada) y escrito por españoles, lo que dada la tradición relativamente pobre de las aproximaciones evolutivas por parte de la comunidad científica española, considerada en conjunto, no deja de ser tanto una novedad como una esperanza. En diferentes puntos del texto -ya incluso en el prefacio- se alude a la parca tradición evolutiva española, lo que sin duda tiene que ver, añadido por mi parte, con las dificultades intelectuales impuestas a la comunidad académica, y a la sociedad en general, durante los largos y difíciles años del franquismo. Ningún totalitarismo, del signo o intensidad que sea, tolera bien la crítica y el razonamiento libre, y el pensamiento evolutivo ha sido particularmente trasgresor con lo establecido (y lo será hasta que se haga completamente de uso común... si eso llega a ocurrir alguna vez). Por poner un ejemplo meridiano de la dinámica imperante durante el franquismo, los más “veteranos” fuimos más o menos férreamente educados en la literalidad de la Biblia (y por cierto, en lo referente al evangelio, no de los textos supuestamente originales o gnósticos, como son llamados por algunos, sino de los “oficiales”, que la Iglesia católica ha trastocado y des-

* Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Castilla-La Mancha. Corr-ele: jose-luis.yela@uclm.es

virtuado a través de los siglos, particularmente a partir de Constantino, acomodándolos a sus intereses “temporales”). En todo caso, el libro que comentamos demuestra que un número nada despreciable de grupos de investigación se dedican en la actualidad en nuestro país a contrastar hipótesis evolutivas desde muy distintos enfoques y a diferentes escalas de la materia viva, y los resultados avalan que al menos se ha superado el desfase en relación a los países de nuestro entorno (como confirma en su prólogo el propio Francisco J. Ayala). Merece la pena resaltarse aquí, además, que no todos los grupos españoles destacados en biología evolutiva han tomado parte en el proyecto, lo que permite albergar incluso mayor optimismo. Desde mi particular punto de vista, incluso echo en falta la participación de algunos grupos de investigación de primera fila dedicados a la evolución de las relaciones entre animales y plantas. Pero hay que entender que hacer una obra completa es imposible por definición, y en muchas ocasiones no por falta de empeño de quien la produce.

En tercer lugar, como queda implícito en las líneas anteriores, se trata de un volumen editado, colectivo, y que por tanto ofrece una visión de la evolución en cierto modo pluridisciplinar. La gran ventaja de los volúmenes colectivos es que permiten abarcar enfoques a veces bastante diferentes a lo largo de distintos capítulos, en este caso 35, debido a la multiplicidad de autores y de visiones personales. El solapamiento de temas no es exagerado y en todo caso es enriquecedor, dada la categoría de los autores y el planteamiento heterogéneo de los capítulos (cada uno de los cuales contiene, además de su propia bibliografía, una corta lista de lecturas recomendadas). Es también de destacar que, aunque muchas firmas se adscriban al CSIC (y en particular al Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid), otro buen número de ellas están vinculadas a la Universidad.

Y por último, merece la pena también comentarse que aunque se trata de un texto riguroso y de alto nivel, perfectamente apto para ser utilizado como libro de consulta por profesionales y académicos, está preparado y redactado de tal forma que no sólo es accesible (y recomendable) para estudiantes y licenciados en biología y ciencias afines, sino también para interesados de cualquier tipo en la evolución. Es decir, no es un libro sólo para iniciados, aunque como es natural puede costar su trabajo comprender ciertos capítulos.

Una visión general de los contenidos

Como el propio editor hace constar, el texto puede dividirse de alguna manera en tres grandes bloques. En el primero, que engloba los 20 primeros capítulos, se abordan las cuestiones más generales acerca de la historia de la evolución, su naturaleza, sus mecanismos de acción y sus consecuencias sobre la materia viviente. Estos 20 capítulos podrían ser la base de una asignatura específica sobre evolución, y de hecho algo así ocurre en algunas Facultades españolas desde hace algunos años. Véase, por ejemplo, el primer módulo de temas del programa de Zoología de la licenciatura en Ciencias Ambientales de la UCLM en <http://www.uclm.es/to/MAmbiente/Docencia/Programas/MA/37008.html>. Para los entendidos que consulten dicha referencia, se me hace obligado añadir que el temario se basa principalmente en el libro “Zoología. Aproximación evolutiva a la diversidad y organización de los animales”, de J.A. Díaz y T. Santos (Editorial Síntesis, Madrid, 1997), que coincide totalmente con el enfoque que hemos pretendido dar a la asignatura mi compañero de área, Mario Díaz Esteban, y yo.

El segundo bloque comprende los capítulos 21 a 23, y se ocupa de examinar cómo los principios evolutivos son críticos en relación con la gestión de las poblaciones silvestres y de las enfermedades infecciosas y genéticas. El tercero consta de 12 capítulos de corte más heterogéneo que tratan aspectos diversos en torno a problemas evolutivos específicos, que contribuyen a ilustrar los procesos abordados en el primer bloque. Entiendo que comentar detalladamente cada uno de los capítulos sería prolijo en exceso, por lo que quizá sea preferible recoger sólo algunas de las cuestiones tratadas a lo largo del desarrollo de los primeros y más generales. Del resto de los capítulos simplemente se van a relacionar los títulos, con objeto de dar una idea del contenido del libro.

Capítulos básicos

Microevolución

¿Qué es la evolución biológica? Manuel Soler (Cáp. 1) la define como el cambio en las características de las poblaciones de organismos a través del curso de sucesivas generaciones, como consecuencia de la selección natural. Ésta favorece a aquellos individuos que portan ciertos rasgos

determinados genéticamente (es decir, que son heredables), que mejoran su éxito reproductor en unas circunstancias ambientales dadas. Corresponde el estudio de la evolución biológica a la Biología Evolutiva, que Soler describe con cierto detalle. De las dos hipótesis principales de que se ocupa la Biología Evolutiva, que ya Darwin propuso en su “Origen de las especies”, la de mayor énfasis en los aspectos históricos -las especies actuales son descendientes modificados de antepasados comunes- es referida a la subdisciplina de la Macroevolución (que incluiría, entre otras, la Sistemática, la Ecología Evolutiva y la Paleontología), mientras que la otra -la causa de las modificaciones es la selección natural, que favorece a aquellas variantes heredables que mejor se ajustan a las condiciones ambientales- se refiere a la Microevolución (que se correspondería conceptualmente con la Genética Evolutiva y otros aspectos de la Genética, la Fisiología y el Desarrollo; yo añadiría aquí a la Dinámica de Poblaciones, como conjunto de Genética Poblacional y Demografía). La estructura de la Biología Evolutiva es examinada y se repasan sus relaciones con otras disciplinas biológicas. El enfoque es personal pero, a mi parecer, muy preciso y completo, destacándose la falta general de entendimiento entre los científicos evolutivos que centran sus esfuerzos exclusivamente en una subdisciplina, ignorando las demás. Se postula que un avance importante de la Biología Evolutiva se producirá a partir de la colaboración y no del enfrentamiento, y en particular de un estrechamiento de los vínculos investigadores entre ecólogos y genéticos.

Un completo y apasionante resumen de la historia del evolucionismo es presentado por Juan Moreno Klemming (Cáp. 2), donde se destaca cómo a finales del siglo XVIII (el siglo de la Ilustración) el creacionismo no ofrecía ya soluciones satisfactorias a las preguntas que los científicos se hacían en torno al origen y organización de la diversidad biológica y a la adaptación de los organismos al medio. En este contexto, era cuestión de tiempo (y valentía) que alguien propusiera una alternativa razonable al secular dogma creacionista. Ese alguien fue Lamarck (el primer evolucionista reconocido, por decirlo de alguna manera). Sin embargo, Lamarck (“Filosofía zoológica”, 1809) erró en el planteamiento del mecanismo responsable del cambio evolutivo. Los famosos “principio del uso y desuso” y “herencia de los caracteres adquiridos”, que forman el núcleo central de dicho mecanismo, se ha demostrado que son básicamente erróneos, a pesar de que sigan teniendo tanta aceptación popular. A decir verdad, ninguno de dichos principios proviene en realidad de él, pero Lamarck los hizo de alguna forma suyos al aceptarlos explícitamente. Fue Darwin, en su famoso “Origen de las especies” (1859), quien propuso el mecanismo actualmente vigente mediante el cual los organismos cambian adaptativamente: la selección natural. Como se hace constar, la teoría formulada por Darwin permitió contestar los enigmas de muchas ramas de la biología que llevaban generaciones sin respuesta, por lo que la teoría de la evolución por selección natural se considera la principal teoría unificadora de la biología. La síntesis de los descubrimientos genéticos del primer tercio del siglo XX con las propuestas darwinistas condujo al denominado “neodarwinismo” o “síntesis evolutiva”, bajo dos premisas fundamentales: 1. la evolución (la microevolución, diría yo) es esencialmente gradual y puede ser explicada por la acción de la selección natural, que actúa sobre pequeños cambios genéticos (surgidos azarosamente por mutación) y su posterior recombinación, y 2. las especies son conjuntos de individuos (poblaciones) ligeramente distintos pero interfértiles entre sí, estando estos conjuntos de individuos aislados reproductivamente de otros conjuntos tales. La idea de la variabilidad de los individuos en el seno de las poblaciones es central. Desde un punto de vista biológico, la variabilidad de los individuos es el sustrato sobre el cual puede operar la selección natural (y permitió ya a Darwin reemplazar las ideas tipológicas y esencialistas por otras de tipo poblacional y dinámico). Desde un punto de vista más epistemológico, el énfasis en los individuos interfértiles pero variables es, como se destaca en el capítulo 2, totalmente ajeno a las ciencias físicas (que busca principios generales de aplicación universal), y convierte a la biología evolutiva en una disciplina estadística, que se fundamenta más en la varianza que en la media y otras medidas de tendencia central.

Los argumentos fundamentales del conocido documento en defensa de los estudios evolutivos “Executive document: evolution, science and society”, preparado hace unos años por un nutrido grupo de biólogos evolutivos estadounidenses, encabezados por los conocidos Thomas R. Meagher y Douglas J. Futuyma, forman el capítulo siguiente (Cáp. 3), elaborado por Juan Pedro M. Camacho. Este documento se puede encontrar asimismo en internet (www.rci.rutgers.edu/~ecolevol/fulldoc.html) y fue publicado en *American Naturalist* en 2001. Su principal virtud no es tanto la claridad y sencillez con que explica al ciudadano medio lo que es la evolución, cuáles son sus principios y los métodos con los que se estudia, sino cómo los estudios evolutivos son críticos

para sustentar las aplicaciones de la biología y, por tanto, cuáles son los beneficios que la sociedad puede obtener de las aproximaciones evolutivas a los problemas biológicos. El documento representa una de las variadas contestaciones que los biólogos evolutivos estadounidenses están dando a las fuertes corrientes antievolucionistas, lamentablemente en auge en aquel país y en plena pujanza en gran parte del mundo.

Las evidencias a favor de la evolución, algo que los evolucionistas ni siquiera discuten ya, son presentadas con claridad por Carmen Zamora Muñoz (Cáp. 4). Manuel Soler (Cáp. 5) se pregunta, a continuación, a qué nivel actúa la selección natural, cuestión importante por las controversias que ha suscitado y por el arraigo que tienen en España los argumentos más simplistas en torno a la selección de grupo (incluso, como se hace constar, entre divulgadores y profesores universitarios). La línea argumental defendida por Soler, que es la prevalente hoy día entre los biólogos evolutivos, es que la selección opera fundamentalmente sobre los individuos, aunque pueda tener lugar a otros niveles (fundamentalmente selección de grupo, intra o interdémica). En estos casos, lo normal es que la selección sea bastante débil en comparación con la que actúa sobre los organismos individuales. En la actualidad tiende a imponerse la idea de que existe una jerarquía de lo que se llama “interactores” (entidades biológicas que interactúan entre sí dando lugar a una replicación diferencial al formarse la siguiente generación) y los llamados “replicadores” (entidades biológicas que pasan con su estructura intacta a la siguiente generación), y que la selección actúa a distintos niveles con la intensidad ya mencionada (teoría de la selección multinivel).

Los fundamentos de la genética de poblaciones (Josefa Cabrero y Juan Pedro M. Camacho, Cáp. 6) son presentados con todo detalle y discutidos a continuación. Entre otras muchas cosas que sería excesivamente prolijo comentar, se destaca el papel de la deriva genética como motor evolutivo; el cambio evolutivo dentro de una población consiste en un cambio de las frecuencias génicas y genotípicas, y los dos principales mecanismos impulsores del cambio evolutivo son la selección natural y la deriva genética. En esta última, los alelos fluctúan azarosamente, convirtiéndose en el mecanismo evolutivo fundamental cuando los alelos son neutros (es decir, no difieren en sus efectos sobre la reproducción). Se destaca que la deriva genética produce cambio evolutivo, pero no adaptación.

La condición de la adaptación es abordada por Juan J. Soler (Cáp. 7) en relación con el mecanismo que la propicia, la selección natural. Los tipos de selección y su naturaleza se describen con detalle, así como las fuentes de variabilidad natural y los métodos para poner de relieve tanto selección natural como adaptación. Sorprende, desde mi punto de vista, que no se preste atención al cambio funcional de rasgos adaptativos a lo largo del proceso evolutivo, y, por lo tanto, al papel de la adaptación (o exadaptación); en cualquier caso, el capítulo es muy claro y completo.

La evolución de las estrategias vitales, como conjuntos de rasgos asociados a la variación de la fecundidad y supervivencia, es tratada por Juan Moreno Klemming (Cáp. 8). Se examinan detalladamente los dos enfoques fundamentales, el basado en modelos de optimización y el basado en la genética cuantitativa (más difícil de aplicar en el caso de poblaciones silvestres, entre otras razones por la existencia de plasticidad fenotípica o variación de los rasgos en función del ambiente). El estudio comparativo de estrategias vitales más popularizado, el de la selección r/K , se describe y se detallan los problemas a que da lugar su aplicación indiscriminada. El modo en que la evolución ha modulado las estrategias vitales debe investigarse, según el autor, buscando los mecanismos subyacentes a los compromisos evolutivos entre rasgos con diferente eficacia biológica, indagando sobre el sustrato genético de los mecanismos funcionales singulares (no sobre la del conjunto de caracteres complejos como longevidad o fecundidad, sustentados por las interacciones de muchos genes). De acuerdo con el autor, otros retos pendientes incluyen la comprensión de las fuentes de variación genética en poblaciones naturales y de la importancia de la plasticidad fenotípica en rasgos de estrategia vital, lo que resume en las preguntas: ¿Hasta qué punto la variación observada es debida a plasticidad fenotípica, y cómo ha sido modulada dicha plasticidad por la selección natural? ¿Por qué en determinados organismos la adaptación ha operado por medio de plasticidad fenotípica y en otros vía diferenciación genética? ¿Cuáles son los límites de la plasticidad fenotípica como sustento de la adaptación?

La evolución de los beneficios y costes asociados a la reproducción sexual es examinada por Juan Carranza Almansa (Cáp. 9). Se aborda el origen del sexo, la evolución de la anisogamia, los costes del sexo, el problema de la proporción de sexos y las hipótesis relacionadas con los posibles

beneficios de la reproducción sexual que pudieran explicar su predominio sobre la asexualidad a pesar del doble coste aparente para los genes cuyos portadores utilizan el sexo como modo de reproducción. El mismo autor revisa a continuación el cuidado parental y su evolución (Cáp.. 10).

Juan Carlos Senar aborda la evolución de las señales de rango social (Cáp.. 11) centrándose en el caso de las aves, examinando las diferentes hipótesis propuestas y llegando a la conclusión de que ninguna es de aplicación general, por lo que probablemente la estabilidad de los sistemas de señalización de rango haya seguido diferentes caminos evolutivos.

El excitante tema de la coevolución o cambio evolutivo recíproco entre especies que interactúan (Cáp.. 11) es tratado por Manuel Soler. Se destaca que coadaptación no significa necesariamente coevolución y se resalta el papel de la coevolución como proceso responsable de génesis de diversidad biológica. Se describen los tres tipos principales de interacción entre organismos (competencia, explotación y mutualismo) que pueden producir coevolución y se discuten los diferentes modelos coevolutivos. Dada la importancia que tiene el componente geográfico en la modulación de las presiones selectivas recíprocas, se comenta el modelo del mosaico geográfico coevolutivo de Thompson (que interpreta los fenómenos coevolutivos en un contexto de variación local de las presiones selectivas mutuas).

La selección sexual, variante de la selección natural descrita ya por Darwin y que es responsable de la posesión de rasgos sexuales secundarios exagerados, básicamente en machos, es abordada por Manuel Martín-Vivaldi y Josefa Cabrero (Cáp.. 13). Los dos modelos fundamentales que explican la evolución de los caracteres sexuales secundarios, el de selección desbocada (Fisher) y el del perjuicio (o *handicap*, como se ha popularizado entre los ecólogos del comportamiento españoles, y que es debido a Zahavi), son descritos en detalle, y se resumen las distintas propuestas en relación con el segundo modelo. Además, se exponen algunas hipótesis alternativas más recientes (explotación de sesgos sensoriales en las hembras, amplificadores, resistencia de las hembras y selección de “huida”). La importancia de la selección sexual es discutida en relación con diferentes ámbitos conceptuales, y se comentan aplicaciones prácticas de los caracteres sexuales secundarios como indicadores de calidad ambiental y respecto a la conservación de la biodiversidad. Por último, se dedica un breve pero sugerente párrafo a la selección sexual en humanos, donde se destaca que la especie humana es considerada moderadamente poligínica... lo que, añadido, explica algunos comportamientos tenidos por determinadas sociedades humanas por “moralmente” reprobables y lo que, unido a los avances sobre la evolución del comportamiento amoroso en la especie humana debidos a los psicólogos evolutivos, puede contribuir a derribar ciertos mitos, desde mi punto de vista harto perjudiciales, sobre la idealización de la supuesta monogamia estricta humana (ya que todo parece apuntar a que no es sino meramente funcional, nos guste o no). Como comentario aparte, donde se dice “señales honestas” yo hubiera dicho “señales fiables”, puesto que la palabra honesto (casto, decente, pudoroso) no es la más apropiada y además tiene connotaciones morales.

Montserrat Gomendio (Cáp.. 14) examina el papel de la competencia espermática (competencia de los espermatozoides de varios eyaculados de machos rivales dentro del tracto reproductor femenino, obviamente en hembras que copulan con varios machos). Las alternativas de apareamiento (monogamia, poligamia -poliginia y poliandria- y promiscuidad) y su evolución (Cáp.. 15), por su parte, son abordadas por Juan José Sanz. La selección dependiente de la frecuencia (Cáp.. 16, Miguel A. Rodríguez-Gironés y Rodrigo A. Vásquez) es tratada en tres contextos ecológicos diferentes que representan tres situaciones comunes: depredación, sistemas competitivos y cooperativos y reproducción (en particular, proporción de sexos), bajo los supuestos de la teoría de juegos y, especialmente, del concepto de estrategia evolutivamente estable.

Macroevolución

Alberto Tinaut y Francisca Ruano, en el primero de los tres capítulos centrados en temas macroevolutivos, escriben sobre biodiversidad, clasificación y filogenia (Cáp.. 17). Definen dichos términos y discuten sobre la posibilidad de llevar a cabo el tan discutido inventario global de la diversidad, en relación con la actual crisis de diversidad biológica (considerada generalmente el episodio de extinción masiva más grave de la historia geológica de la Tierra). Se plantean la disyuntiva de si es preferible conservar especies o ecosistemas, y abordan la discusión en torno a

especies clave y especies funcionalmente redundantes y el resbaladizo criterio de especies indicadoras, como potenciales criterios de conservación prioritaria. El conjunto de problemas en relación al concepto de puntos calientes de biodiversidad es expuesto a continuación, resaltándose la reconocida necesidad de incrementar la superficie total de reservas o parques naturales (correctamente gestionados, añadiría yo). Abordan el complicado asunto de la definición de especie desde diferentes ópticas y describen las distintas escuelas taxonómicas, deteniéndose principalmente en la cladista y aplicando algunos de sus conceptos a su personal discusión sobre lo que es y cómo puede utilizarse la filogenia (principalmente en estudios comparativos).

La continuación natural al capítulo anterior es, lógicamente, el fenómeno de la especiación y sus modalidades (Francisco Perfecetti, Cáp.. 18). Tras repasar de nuevo sintéticamente los diversos conceptos de especie que tienen vigencia, se discuten más en detalle las bases conceptuales del criterio biológico (Dobzhansky) y del cohesivo (Templeton). El mecanismo responsable de la especiación, es decir, el conjunto de cambios genéticos necesarios para que ésta se produzca, se discute detalladamente a la luz, fundamentalmente, del modelo de incompatibilidad epistática entre genes complementarios (Dobzhansky y Muller) y de la generalización de Haldane. También se hace un repaso de los factores que pueden ser promotores de la formación de nuevas especies. Se termina el capítulo poniendo énfasis en que nuevas técnicas y datos están revolucionando nuestra manera de entender los procesos de especiación, y que es posible que la especiación simpátrica, cuyo papel es considerado todavía hoy día muy secundario, adquiera mucha mayor preponderancia en un futuro próximo.

La macroevolución en sí, como proceso evolutivo que afecta a las especies y a las unidades taxonómicas superiores a una escala temporal amplia, es abordada a continuación (Juan Carlos Braga y Pascual Rivas, Cáp.. 19). El argumento central gira sobre la velocidad (o tasa) de (macro)evolución. Se cierra el capítulo con una excitante visión sobre el papel de las extinciones en masa como generadoras de escenarios de baja intensidad de interacciones, y por lo tanto con potencialidad de génesis de nueva diversidad (cuya naturaleza dependerá de los taxones que hayan sobrevivido, fundamentalmente por mero azar).

El último capítulo del primer bloque es también, como el anterior, eminentemente paleontológico, y trata las pautas y procesos de evolución en el linaje humano (Antonio Rosas González; Cáp.. 20), es decir, en los homínidos, grupo que de acuerdo con la visión actual comprende, además del linaje estrictamente humano, los grandes monos antropomorfos africanos (gorila, chimpancé y bonobo y sus antepasados directos). La atención del capítulo se centra, sin embargo, en los antepasados más directos de la especie humana. El autor señala tres factores que concurren para hacer del momento actual del estudio de la evolución humana uno de los más interesantes de su andadura. Uno de ellos es el espectacular incremento del registro fósil, en particular de formas situadas cerca en el tiempo del hipotético antecesor común de humanos y chimpancés. ¡Vaya si lo es! Desde que el capítulo fue escrito hasta hoy han aparecido nuevos restos fósiles que pueden ser claves para entender dicha divergencia. *Sahelanthropus tchadensis*, encontrado en el desierto del Sahel (Chad) (Brunet *et al.*, 2002; *Nature* **418**, 145-151), parece muy próximo al último antecesor común de chimpancés y humanos. Su edad se ha calculado en -6'8 m.a., siendo la estimación de la separación de ambos linajes (por la técnica de "relojes moleculares") de unos 7 m.a., estimación que ahora parece confirmarse. La cuestión es fascinante e importante por cuanto podría permitir obtener una idea más precisa de las causas de la evolución de la locomoción bípeda en relación con medios no sabanoides, sino boscosos (como era el Sahel por entonces) y porque, de ser cierta, derribaría la creencia de que los dos linajes se separaron a finales del Mioceno (-5 m.a.) por efecto del levantamiento de las montañas del valle del Rift.

Capítulos aplicados

El primer capítulo de los tres del bloque que se podría llamar "aplicado" (Cáp.. 21, Juan Carranza y Juan Gabriel Martínez) aborda las consecuencias evolutivas en la gestión de especies cinegéticas. La caza (y la pesca fluvial, obviamente) representan actividades social y económicamente importantes, por diferentes razones. La extracción de individuos de sus poblaciones naturales tiene efectos directos e indirectos sobre el curso evolutivo de las especies afectadas, como no podría ser de otra forma. La relevancia de la caza conduce a que muchas poblaciones de especies cinegéticas estén sometidas actualmente a medidas de gestión importantes. Dada la presión impuesta por ciertos colectivos de cazadores y criadores de ganado cinegético (puesto que no se puede llamar de otra

forma a grupos de, por ejemplo, ciervos semiestabulados y sobrealimentados, y este añadido es exclusivamente mío), los dos objetivos fundamentales de la gestión cinegética predominante en la actualidad son el aumento de la producción animal y la mejora de la calidad de los trofeos. Tanto si se actúa directamente sobre los animales como sobre el medio en que se encuentran se puede influir en la estructura demográfica y genética de las poblaciones gestionadas, lo que acarrea consecuencias evolutivas (por ejemplo pérdida de capacidad adaptativa por descenso de heterocigosis, aumento de procesos de deriva genética, aumento de la consanguinidad por endogamia, reducción del número efectivo de individuos, etc.). No menos importantes son los aspectos relativos a la introducción (reintroducción, suplemento, etc.) de individuos procedentes de otras localidades, que pueden estar adaptados a otras condiciones y ser genéticamente distintos en algún grado (es decir, pueden ser adscritos a otras “unidades evolutivamente significativas”, las famosas ESUs de los anglosajones, que se discuten en el capítulo 23). Las consecuencias de las introducciones gestionadas defectuosamente pueden ser desastrosas (introgresión genética por hibridación, con la consecuente pérdida de adaptabilidad; introducción de enfermedades), aunque pueden ser beneficiosas si se realizan adecuadamente, añadido; en poblaciones genéticamente depauperadas y en peligro de acercarse a un vórtice de extinción, se puede contribuir a la mejora de la calidad genética por efecto de una exogamia controlada. Por otro lado, hay que considerar los efectos de selección artificial que origina la gestión cinegética (o la actividad de la pesca deportiva) cuando los individuos no se extraen al azar respecto a su fenotipo, lo que es práctica común en la caza mayor. En todo caso, como recalcan los autores, la gestión de poblaciones de interés cinegético debería basarse en la sustentabilidad del recurso, lo que significa mantener la abundancia, las características genéticas y, en definitiva, los procesos ecológicos y evolutivos que las afectan.

Juan J. Soler (Cáp. 22) se extiende en examinar las consecuencias de la teoría evolutiva en la práctica médica. La medicina evolutiva permite nuevas aproximaciones terapéuticas. Se abordan cuestiones tales como la resistencia a los fármacos por parte de los organismos patógenos, por qué su virulencia es variable, por qué a veces se agravan los síntomas de una enfermedad cuando se utilizan fármacos, por qué no han desaparecido ciertas enfermedades genéticas que teóricamente deberían haberlo hecho en el curso de nuestra evolución, por qué se envejece, por qué en ocasiones algunas células dejan de diferenciarse en células del tejido al que están asociadas y empiezan a dividirse sin control (lo que supone la aparición de un cáncer), etc.

La evolución y la conservación de la biodiversidad (Juan Gabriel Martínez, Cáp. 23) es el capítulo final del bloque aplicado. Se define biodiversidad, se pasa revista a los procesos que la generan, se mencionan los procesos antrópicos que están determinando la pérdida de diversidad actual (el famoso “cuarteto diabólico” de Diamond, aunque no se discute la importancia de las cadenas de extinción), se examinan algunos criterios de conservación en relación con poblaciones y especies por un lado y con el hábitat por otro y se comenta críticamente la estrategia de conservación *ex situ* (zoológicos, bancos de germoplasma, etc.). En relación con los principios de la conservación biológica y lo trascendental que resulta tener en cuenta los fundamentos evolutivos para que los planes de gestión tengan sentido existe una publicación que ya tiene algunos años pero que desde mi punto de vista es extraordinariamente completa, sintética y clara, aunque por no haberse publicado en una revista “de impacto” apenas se ha citado (Herrera, C. M., 1993. La gestión de la diversidad biológica. *Hacia una ciencia de los recursos naturales* (J. M. Naredo y F. Parra, ed.), pp. 255-279. Siglo XXI, Madrid). Es una pena que este trabajo haya pasado desapercibido.

Capítulos sobre problemas evolutivos específicos

El tercer bloque incluye los siguientes capítulos: Genética cuantitativa aplicada a los estudios evolutivos en poblaciones naturales (Cáp. 24, Mauro Santos), La mutación espontánea: causa de deterioro y fuente de adaptabilidad de las poblaciones (Cáp. 25, Aurora García-Dorado, Carlos López-Fanjul y Armando Caballero), Evolución en poblaciones experimentales de virus de RNA (Cáp. 26, Santiago F. Elena), Evolución de cromosomas parásitos (Cáp. 27, Juan Pedro M. Camacho), Selección sexual *versus* selección natural: el ejemplo de la cola de la golondrina (Cáp. 28, José Javier Cuervo), Evolución de estrategias antidepredatorias en reptiles (Cáp. 29, José Martín), El críalo, una especie parásita de cría, rompe huevos de la urraca, su especie hospedadora: ¿se trata de una adaptación o simplemente de un accidente? (Cáp. 30, Manuel Soler), Evolución de la interacción parásito-hospedador (Cáp. 31, Santiago Merino), Influencia de la selección sexual

sobre el comportamiento reproductor de los Odonatos (Cáp.. 32, Adolfo Cordero Rivera), Historia temprana del vuelo en las aves (Cáp.. 33, José Luis Sanz), La diversificación de las algas rojas inarticuladas (Corallinales, Rhodophyta) (Cáp.. 34, Julio Aguirre, Juan C. Braga y Robert Riding) y Origen y evolución de los ejes corporales y la simetría bilateral en animales (Cáp.. 34, Jaume Bagaña, Iñaki Ruiz-Trillo, Jordi Paps y Marta Riutort).

Algunas reflexiones

Ya se ha reconocido que no hay obra perfecta, y aunque ésta sea excepcional, tiene sus puntos débiles. Pero creo que no merece la pena detenerse en ellos, dada su escasa trascendencia. Sólo dejar constancia de un hecho que en realidad no es exclusivo del libro que se comenta pero que a mí, personalmente, y dicho con toda la modestia, me llama repetidamente la atención. A pesar de que los distintos autores nos afanamos en constatar y remachamos una y otra vez la ausencia de dirección general de la evolución, en el texto se echa mano con cierta recurrencia a términos y argumentos que implican, en el fondo, alguna dirección. Ciertamente que todo depende de la escala a la que se enfoque el problema, claro está. Pero, por referirme a cuestiones concretas, “selección” se utiliza a veces como sinónimo de “elección”, lo cual tiene implicaciones desde el punto de vista direccional. La elección, entiendo yo, es un acto consciente, mientras que la selección no lo es necesariamente. Se alude, por ejemplo, a la posibilidad de elección de estructuras infraindividuales (espermatozoides, sin ir más lejos) o a la capacidad de decisión de una hembra individual de producir crías macho o hembra. ¿No sería más correcto escribir que una hembra se encuentra en la situación de producir crías que resultarán machos o hembras? En general, los hechos biológicos no suelen ser resultado de la elección de lo preferido, excepto quizá en ciertos contextos con respecto a animales capacitados para decidir (posiblemente vertebrados, con telencéfalo; quizá artrópodos, quizá cefalópodos). O bien suelen ser producto de simples taxis o tropismos, como en el caso mencionado de los espermatozoides, o bien representan sencillamente consecuencias (es decir, epifenómenos) que resultan en soluciones aceptables desde el punto de vista de la eficacia biológica. Existe todavía, desde mi punto de vista, un cierto exceso de antropocentrismo en el léxico de muchos ecólogos evolutivos, en particular de ecólogos del comportamiento.

Juan Moreno Klemming, en su brillante (aunque discutible en algunos de los párrafos finales) capítulo 2, alude al “gran valor heurístico (exploratorio, diría yo) de la pregunta “por qué”” en el contexto evolutivo. Tras la lectura de este apasionante compendio sobre evolución no puedo sino retomarla, y terminar este comentario con el más turbador de los interrogantes: ¿por qué estamos aquí? Quizá, a pesar del valor intrínseco del interrogante “por qué”, no sea la pregunta adecuada. O quizá no sea la manera adecuada de plantearla...

Medio Ambiente y Sociedad. La civilización industrial y los límites del planeta

Ricardo González Villaescusa*
Socio de la AACTE

Título: Medio Ambiente y Sociedad. La civilización industrial y los límites del planeta

Editorial: Alianza Ensayo, Madrid, 2004

Autor: Ernest García

Páginas: 356

El día que empiezo a escribir estas líneas dos noticias preocupantes abren los telediarios: el terrorismo checheno y las inundaciones del litoral Mediterráneo. El llamado “terrorismo internacional” y el cambio climático.

Lo inquietante no es que el año pasado hiciera más calor que nunca. Tampoco es que este final del verano sea el más lluvioso del litoral noreste mediterráneo desde que existen series de datos

* Unité Mixte de Recherche “Archéologies et Sciences de l’Antiquité”, Centre National de la Recherche Scientifique/Université Paris I/Université Paris X. Corr-ele: ricardo.gonzalez@ya.com

sobre el clima. Lo verdaderamente inquietante es que las series climáticas tienen picos, anomalías, demasiado frecuentes y reiterados. Las más altas temperaturas del siglo se alternan con las riadas más devastadoras. Algo pasa a pesar de las afirmaciones de aquellos que no creen que haya elementos suficientes para hablar de un cambio climático. Tras el caluroso verano de 2003, *cambio climático*, es una expresión coloquial que forma parte del vocabulario de la gente de la calle, ya sin mayor discusión.

Acostumbrados a leer en otras lenguas sobre medio ambiente y sociología medioambiental, resulta infrecuente encontrar una aportación en castellano ineludible, ya, para esta disciplina. Un libro de lenguaje ameno y fluido que, sin embargo, es engañosamente sencillo pues requiere de numerosas relecturas para abarcar las múltiples implicaciones de las afirmaciones que se realizan, así como de los datos que se facilitan a lo largo de la obra. El autor no es desconocido en la bibliografía sobre el tema pero con esta aportación marca un hito relevante en su trayectoria científica.

Cuando se lee este libro se está permanentemente invadido por una desazón y pesimismo, lúcido si se quiere, pero inevitable; pero ¿no dicen que un pesimista es un optimista bien informado? Veamos por qué.

El primer capítulo está destinado a clarificar la relación entre las ciencias ambientales y la sociología. Insistiendo en la excepcionalidad de las ciencias sociales y en la irreductibilidad de la parte social en el complejo sistema “medio ambiente-sociedad”. Así, las ciencias ambientales generan una impresión compartida de estar frente a un “objeto de conocimiento que, en parte, responde a conceptos y métodos que nos resultan familiares, pero que en otra parte, que es sustancial, atraviesa las fronteras entre disciplinas, requiriendo diversas perspectivas de investigación”. Es evidente que los nuevos problemas requieren de nuevas perspectivas; pero, ante la cuestión de si estas nuevas necesidades epistemológicas reclaman una cierta reunificación de la ciencia, como postula E. O. Wilson, el autor se decanta, al igual que quien escribe estas líneas, a favor de algo más que un “asalto interdisciplinar” pero bastante menos que la reaparición de una “ciencia unificada”. En el segundo capítulo aborda los diferentes enfoques sociológicos que se han ocupado de los estudios medioambientales, desde los inicios, pasando por el materialismo histórico y llegando al enfoque de la sociedad del riesgo del sociólogo alemán U. Beck.

El capítulo tercero lo inaugura el autor planteando los postulados que fundamentan la sociología ecológica: “a) el objeto de estudio no es la sociedad sino el sistema formado por la sociedad y el medio ambiente; b) las relaciones entre sociedad y medio ambiente dependen siempre de formas históricas concretas de la tecnología, la desigualdad social y el sistema de necesidades; c) la expansión de la civilización industrial está siendo condicionada ya por los límites de la naturaleza para suministrar recursos y absorber residuos.” Y, teniendo en cuenta estos principios se adentra en el debate de si existen límites naturales que condicionen el crecimiento y en el concepto de sostenibilidad desde el punto de vista de las ciencias sociales. Así, la principal conclusión es que se trata de una variable sociológica a tener en cuenta. En el estudio de la sociedad contemporánea el medio ambiente no puede considerarse como un fondo constante, inalterable por las acciones sociales, e irrelevante para su análisis.

El capítulo cuarto lo dedica al futuro “incierto” del concepto sostenibilidad resaltando que el éxito del mismo se debe a la ambigüedad que lo envuelve, no tanto teórico o conceptual, como política. Tanto la izquierda como la derecha pueden identificarse con la palabra, los verdes la usan como legitimación de sus denuncias y los “productivistas” como ratificación de que la prioridad del desarrollo solo requiere de algunos ajustes para que pueda darse. Sin embargo, la sostenibilidad solo depende del factor tiempo: sostenible, sí, pero ¿durante cuánto tiempo? Al final todo se reduce a intentar alcanzar un quimérico equilibrio que permita mantener los procesos socioeconómicos que sustentan el bienestar alcanzado por algunos sectores de la población mundial (y teóricamente extenderlo a otros sectores) y la conservación de los sistemas naturales que soportan la existencia social. Idea, la de sostenibilidad, imprecisa e inasible si se quiere aunque, como dice el autor, no menos que otros conceptos de la ciencia social como son democracia o justicia.

Así, en los últimos capítulos, se llega al nudo gordiano que explica la situación actual. Las sociedades industriales han atenuado los conflictos gracias a una mayor presión sobre el medio, como a una externalización de los costes; sobre el mundo preindustrial y sobre las generaciones

futuras. Es decir, hemos adquirido mayores niveles de bienestar no gracias a una redistribución efectiva de la riqueza sino a una mayor presión sobre aquellos que no generan conflictos sociales: el medio ambiente, las sociedades del tercer mundo y las generaciones futuras que “ni votan ni compran hoy en los mercados”. ¿O, acaso sería el mismo precio del crudo si tuviéramos en cuenta la escasez que afectará a los que heredarán la Tierra? Por tanto, la crisis medioambiental actual no es nueva sino global y acelerada.

Aunque no haya motivos para el optimismo y consciente de que el problema escapa a soluciones fáciles, el autor hace depender la sostenibilidad de tres factores básicos: la población, las tecnologías utilizadas y el consumo. En el factor población, aumentando el control demográfico, aunque eso afecta a una profunda reelaboración cultural de significado de la familia, la reproducción, la vida o la muerte, y no parece sencillo. La sustitución de las tecnologías utilizadas por otras más ahorradoras de energía y menos contaminantes (eficiencia). Y, finalmente, la tendencia a una sociedad menos derrochadora. Es evidente que una pequeña parte de la humanidad consume muy por encima de lo que es *bastante* (suficiencia). Del equilibrio razonable entre control demográfico, eficiencia y suficiencia depende la sostenibilidad.

Como quiera que las generaciones futuras no turban nuestra tranquilidad, los otros dos objetos de externalización, las sociedades preindustriales y el medio ambiente, nos devuelven, si se me permite la expresión, los “conflictos” que hemos desplazado fuera de las fronteras del mundo industrial. ¿El llamado “terrorismo internacional” y el cambio climático no son un buen indicio de esa externalización de los conflictos que llevan a cabo los países industriales desde el siglo XIX y el XX?

