

Apuntes de CIENCIA y Tecnología

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

Número 13, diciembre de 2004

ISSN: 1577-6794

Contenido:

	Pág.
CORRESPONDENCIA	4
NOTICIAS DE LA AACTE	9
La revista de la AACTE se asocia a dos plataformas de revistas científicas españolas: 9. Participación de la AACTE en la reunión sobre “Crisis de Vocaciones Científicas” organizada por la FECYT: 10. La AACTE felicita al rector de la UPM por la utilización de criterios de baremación objetivos en la adjudicación de una plaza de profesor titular: 11.	
OPINIÓN:	
El Programa Ramón y Cajal y el presente y futuro de la investigación en España , por Juan de la Figuera Bayón	12
La financiación de la universidad , por Juan V. Sánchez-Andrés	14
La traducción científica a comienzos del siglo XXI , por José A. Tapia Granados	17
NOTICIAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	20
La investigación con células madre embrionarias humanas: cambios en España, Francia, Suiza, California y Wisconsin: 20. ¿El Final del Proyecto ITER?: 21. Las ciencias sociales y humanas en el olvido: 21. El presupuesto de I+D+i para 2005: incumplimiento de las promesas electorales: 21. Pierolapithecus Catalaunicus: “El Nostre Besavi Pau”: 23. Revolución en la Investigación de la Evolución Humana: el Homo Floresiensis: 23. Fragmentos de una Comedia Griega Inédita y de la Iliada entre 1500 Documentos de la Colección Roca Puig: 25. Premios Nobel 2004: 25. Acceso libre a la literatura científica: unas de cal y otras de arena: 26. Publicación de Introducción a la Astronomía y la Geografía de Jerónimo Muñoz por el Consejo Valenciano de Cultura: 27. Breves: 27.	
ARTÍCULOS:	
Los logros inesperados de la era del genoma , por Arcadi Navarro	30
Un estudio estadístico sobre la supuesta “crisis de vocaciones científicas” , por Jesús Zamora Bonilla	38
EL RINCÓN PRECARIO	46
CRÍTICA DE LIBROS:	
“El enigma de Fermat” , de Simon Singh, por Germán Sastre Navarro	48



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), M^a Francisca López
(Correspondencia), Rosendo Vílchez
(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 Vílchez 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>

España atraviesa un momento crucial en términos macroeconómicos. Los productos *made in Spain* están dejando de ser competitivos por encarecimiento de costes de producción y mano de obra frente a las potentes economías emergentes asiáticas e, incluso a nivel europeo, a los países recientemente incorporados a la UE. Frente a este escenario es necesario apostar por una economía basada en productos de muy alto valor añadido, que requieran una alta cualificación y especialización de empresas y trabajadores. En definitiva, hay que apostar por la alta tecnología (propia, no importada), es decir, por la investigación.

El gasto en I+D de las empresas españolas supone poco más del 50% del total, frente a más del 70% en los países del norte de Europa. Pero incluso a nivel europeo existe preocupación por la falta de competitividad frente a EEUU y Japón. Es por ello que la política de la D. G. XII en el VI Programa es incentivar en Europa la investigación aplicada. En España es necesario compensar este desequilibrio, pero sin que ello suponga una disminución en la inversión en investigación básica, que es el verdadero motor a largo plazo para una economía basada en el conocimiento. No hay que olvidar que también existe un importante déficit en este terreno.

Pero una sociedad basada en el conocimiento requiere una educación de calidad. En este sentido, el reciente informe PISA sobre educación secundaria en países desarrollados, del que nos hacemos eco en estas páginas, deja a España en un lugar muy preocupante. Si los alumnos llegan malamente preparados y poco motivados a la Universidad es razonable pensar que, al salir de ésta, la situación no puede mejorar demasiado.

La incertidumbre que crean estos datos motiva a la clase política a acometer cambios legislativos, bajo el denominador común del mínimo coste económico (y político) y con cierto trasfondo ideológico. Pero si el presupuesto destinado tanto a la educación como a la investigación permanecen casi inmutables, cualquier reforma se reduce a meros cambios de imagen. Como ejemplo tenemos la propuesta reforma del CSIC. Su presidente ha hecho declaraciones muy innovadoras desde que está en el cargo, en las que reconoce públicamente los principales defectos del CSIC actual. Sin embargo, las declaraciones aún no se han plasmado en actuaciones concretas y se podría pensar que se está siguiendo una política continuista respecto al anterior equipo de gobierno. Desde la AACTE apoyamos los cambios que se proponen, pero aún estamos a la espera de resultados. Todo ello sin olvidar otras reformas de profundidad que afectan al aumento del número de investigadores en nuestro país, el establecimiento de una carrera científica coherente y atractiva, o el problema de la falta de transparencia en la contratación y evaluación del personal en universidades y OPIs, que sigue provocando clientelismo y endogamia.

Esta urgente necesidad de reformas debe acometerse con suficiente planificación, de forma consensuada entre los partidos políticos y evitando caer en el desmantelamiento de iniciativas previas simplemente porque fueron tomadas por el partido rival, sin reconocer que algunas de ellas supusieron un avance significativo en la política científica de este país (baste como ejemplo el Programa Ramón y Cajal).

CORRESPONDENCIA

A los reyes magos, sobre los nombramientos de investigadores de OPIs...

Queridos Melchor, Gaspar y Baltasar: tras superar con éxito las pruebas selectivas de la convocatoria 2003 para el ingreso en la escala de Investigadores Titulares de Organismos Públicos de Investigación (OPIs), me encuentro en el momento de redactar esta carta (1/12/2004) sin noticia alguna sobre la toma de posesión. En abril de 2004 se publicaron las listas provisionales (cinco meses después del examen...) y desde entonces "silencio radio". Si existe "coherencia" con el retraso de la convocatoria 2002 los nombramientos tendrían lugar en enero 2005, pero esto es una mera suposición.

Melchor, en confianza te digo, el único recurso para encontrar algo de información es empezar a remontar en el hilo telefónico una cadena de números, primero en la OPI en cuestión (Instituto Español de Oceanografía), luego en el Ministerio de Ciencia, para finalmente encontrar en el de Administraciones Públicas el eslabón final. Esta persona te comunica que por el momento (a noviembre de 2004) no hay novedades en el registro del Ministerio, es más, ¡que los puestos no están creados!. Eso sí, que cuando llegue la documentación prometo despejarla rápidamente y luego sólo queda esperar entre dos y tres semanas para los nombramientos. A partir de ese tan esperado como incierto día existe (gracias, ¡esta vez sí!), un plazo concreto de un mes para incorporarse al destino fijado.

Te confieso, Gaspar, que tras esta larga espera me pregunto, dada mi ignorancia sobre el entramado funcional en este país, ¿a qué viene tanto misterio, por qué tanto retraso (trece meses, de momento...), desde la fecha del examen hasta la toma efectiva de posesión?...

Me encantaría que alguien me explicase dónde radica el obstáculo insalvable para convertir todo esto en un proceso más racional.

Por poner un ejemplo, en el sistema francés, gestionado por el CNRS, se estipulan plazos anuales concretos, restringidos inicialmente a la entrega de las candidaturas de "chargé de recherche" (equivalente a nuestro investigador titular). A continuación, aunque las fechas precisas varíen en cada convocatoria (sujetos igualmente a los azares burocráticos), se informa a comienzos de año sobre la ocurrencia de

los exámenes (generalmente entre abril y mayo) y la toma de posesión final suele tener lugar el día uno de octubre, siempre hablando del mismo año. Cada sistema tiene sus virtudes y defectos, pero desde luego en nuestro caso todo parece depender de la divina providencia... Plazos concretos a lo largo del proceso y finalmente una fecha aproximada de incorporación, ¿es todo ello tan difícil?... tú, Baltasar, quizás tú si que puedas hacer algo...

*Francisco Rodríguez Hernández
Station Biologique de Roscoff, Francia*



Carta abierta a la Ministra de Educación y Ciencia

Excelentísima Sra. Ministra:

Los abajo firmantes, investigadores del Programa "Ramón y Cajal", (<http://biocomp.cnb.uam.es/RYC/index.htm>) le rogamos encarecidamente que nos comunique cuál es el futuro que nos espera. Como Vd. sin duda conoce, el programa tiene como subtítulo "Acciones para la estabilización, inserción e incorporación de doctores en el sistema español de investigación" (<http://www.mcyt.es/CAJAL>). Nuestro colectivo tiene de media 38 años, de los cuales ha invertido más de 10 en la investigación, incluyendo prolongadas especializaciones en el extranjero. Todos los científicos que lo componemos hemos pasado por un número considerable de evaluaciones independientes y públicas, entre ellas, para acceder a y permanecer en este prestigioso programa.

A los investigadores de la primera convocatoria nos quedan menos de dos años de contrato. Este hecho está dificultando considerablemente nuestra labor investigadora. Como muestra, para solicitar proyectos de investigación o becarios a nuestro cargo, tenemos que demostrar relación contractual a tres o cuatro años vista. Estamos seguros de que puede apreciar que esta incertidumbre afecta negativamente a nuestro trabajo y al conjunto del sistema científico español. No creemos que nuestra ausencia de futuro profesional se les pase por alto a las personas que están considerando dedicarse a la Ciencia.

Ya sabemos que la investigación científica es vital para cualquier país, y asignatura pen-

diente en España. Ya sabemos que contamos con su simpatía y la del gobierno al que Vd. pertenece. Lo que no sabemos es si vamos a poder continuar investigando en España. Si Vds. tienen algún plan concreto para nuestra estabilización (como el nombre del programa afirma) por favor díganoslo cuanto antes. Si quieren que les demos ideas para nuestra estabilización, o para el avance de la ciencia en España, estamos a su inmediata y entera disposición. Si no hay ningún plan para nuestra estabilización, igualmente nos interesa saberlo cuanto antes para ir solicitando trabajo en el país donde lo hubiese.

Atentamente,

*Pablo Tornero y 137 firmas más
Investigadores del Programa Ramón y Cajal*



Carrera científica coherente

Las preguntas que nos hacemos actualmente los investigadores Ramón y Cajal (iRyC) no distan demasiado de las que se planteaban hace más de diez años. Desde mi punto de vista estas cuestiones derivan fundamentalmente de la falta de una carrera científica coherente con oportunidades y criterios de evaluación objetivos y para todos. Algunos de nosotros recordamos las conversaciones a mediados de los 90 con el Sr. Jaime Lissavetzky, cuando era Consejero de Educación y Cultura de la Comunidad de Madrid. Los gobiernos y las gentes van y vienen y la casa sigue sin barrer.

A estas alturas del partido, los problemas, al menos para mi, van mucho más allá del avance de la Ciencia en España. Es indudable, y el que lo dude es un gran mezquino, que la gran mayoría de los iRyC hemos y estamos contribuyendo de una manera muy relevante al sistema europeo de Investigación y Desarrollo (no utilizo las siglas para evitar frecuentes confusiones con Industria y Defensa). Nuestro problema principal no es nuestra contribución científica, trata más bien del bienestar de cientos de familias con sus respectivos proyectos vitales. Estamos inmersos en un problema social, específico del colectivo científico y que debe solucionarse ¿Es esto pedir demasiado?

No me parece lógico, ni siquiera civilizado, que los iRyC no sepamos quién, cómo, ni cuándo nos van a evaluar. Una evaluación estéril por reiterada y cuyo resultado final será

el decidir si podremos o no seguir trabajando, si podremos o no seguir contribuyendo al mantenimiento de nuestras familias. Recientemente he competido por una plaza en el CSIC, sólo tres candidatos, dos amigos y yo, que nos conocíamos de haber trabajado en áreas similares desde hace más de 15 años. Este sistema de no-selección, por escaso, tortuoso y perverso, a la mitad de nuestras vidas, nos ha enfrentado y nos ha obligado a tener que salir a degollarnos entre nosotros, un tribunal y el público asistente. Estas situaciones reales, imagino que no soy el único que las ha sufrido, deben impedirnos permanecer callados e impasibles a la espera de “La Plaza”, cuya tipología últimamente es más propia de toreros y en algunos casos hasta de aviesos y despiadados púgiles.

Es urgente la necesidad de dejar de “parhear” y de iniciar lo antes posible un cambio real, valiente y efectivo de la carrera científica en este país. Si esto no se realiza, creo sinceramente, y lo he sentido en propia carne, que la situación creada acabará incluso con las cenizas del Fénix.

*José A. González
Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología
de Sevilla-CSIC*



Sobre la docencia de los investigadores

Cuando se dice que “los mejores investigadores son los mejores profesores” (o viceversa) se cae en una simplificación de la realidad, que siempre es más compleja, más rica en matices y, probablemente por eso, más divertida. Lo más importante para ir creando un sistema de enseñanza superior de calidad es que se aproveche a los mejores, pero sin dogmas, que eso siempre suele sentar mal al cuerpo y al alma. La Universidad española actual se ha caracterizado por una batalla constante entre los defensores de la docencia y los defensores de la investigación. Ese planteamiento extremista sigue perjudicando mucho al sistema y a la sociedad a la que debiera estar dirigido. Excelentes investigadores, que pueden cumplir una función docente también excelente a nivel individual, en su grupo, en el tercer ciclo, pueden ser pésimos docentes en el primer y segundo ciclos. Entre otras cosas, resulta obvio que un investigador en el momento más productivo de su vida no puede impartir 240 horas de clase al año (que es el módulo oficial de un funcionario) adecuadamente, con lo que eso

significa de preparar material docente, actualizar conocimientos, atender a los alumnos, evaluarlos correctamente, etc. Además, si se me permite el comentario sin molestarse, en ese momento de la vida profesional se suele tener elevada la autoestima y reducida la tolerancia. En ambos extremos se pueden contemplar ejemplos de lo variada que es la fauna y la flora. Lo que pasa es que la capacidad docente y pedagógica suele ser un don, y no necesariamente puede ser demostrada a través de una memoria o un proyecto. Sin embargo, el CV investigador es un hecho cuya valoración puede ser perfectamente objetiva. Si pretendemos introducir en el sistema (o influir intelectualmente en el mismo) modelos rígidos y soluciones absolutas, fracasaremos rotundamente.

Rafael Alonso Solís
Socio de la AACTE
Universidad de La Laguna



Plaza otorgada con justicia

A veces las cosas son justas. Hace unos días se planteó un problema en una plaza en el área de Matemática Aplicada en la Universidad Politécnica de Madrid, en la E.U.I.T. Agrícola. La situación era que un miembro de la comisión de selección, en la que yo también participaba, tenía un candidato local al que deseaba colocar por encima de todos. Para ello, ese miembro de la comisión decidió elaborar un baremo arbitrario que permitiera que entrara cualquiera. El baremo provoca vergüenza ajena: entre los criterios se incluye, como mérito preferente, los cursos recibidos y haber realizado estudios de tercer ciclo (estamos hablando de una plaza de Profesor Titular de Universidad en la que todos son doctores y han realizado estudios de tercer ciclo). Asimismo, se tenía especialmente en cuenta la nota media de la licenciatura. También era especialmente relevante que se hubiera dado clase en la E.U.I.T. Agrícola, que es donde se convocaba la plaza (sólo un candidato, el de la casa, había dado clase ahí por unos meses). No aparece en ningún momento criterio alguno de valoración y puntuación, todo se deja al criterio del que puntúa. Sólo doy algunas pinceladas para esbozar una idea del tipo de baremo presentado.

Ante las protestas de científicos que, a título personal, expresaron su preocupación por la situación, y ante mi rechazo enérgico a seme-

jante apaño (denuncié la situación por escrito en varias ocasiones) el presidente de la comisión (tan sorprendido como yo) decidió, para corregir una situación tan evidente, elaborar un baremo numérico basado estrictamente en criterios de capacidad y mérito de los candidatos, fácilmente evaluable y completamente transparente, abierto a todo el que lo deseara ver. Fue una lucha intensa pero finalmente efectiva. Ante una situación tan clara, el baremo fue finalmente aceptado por unanimidad. Se había conseguido obtener un baremo numérico transparente y objetivo, verificable por todos. Resumiendo, una vez aplicado el baremo objetivo, salió propuesto el mejor candidato (que no era el de la casa). A veces las cosas son justas. Y me alegro profundamente. Debemos felicitarnos todos porque haya ganado el mejor candidato, y por que se apliquen baremos objetivos.

Pero hay más. Al ver la situación, tengo noticias de que las distintas comisiones de selección de la Escuela han decidido aplicar el mismo baremo, y de hecho ya han elaborado un programa para que el cálculo sea automático, claro y verificable. A veces las cosas son justas. También me han llegado ecos (por confirmar) del rectorado en ese sentido, de aquí en adelante es posible que se apliquen de forma generalizada baremos de este tipo. Enhorabuena a los mejores, a veces las cosas son justas.

Eugenio Degroot
Socio de la AACTE
Universidad Politécnica de Madrid



Plagio en la Universidad de Oviedo

La Universidad de Oviedo ha ganado el recurso que presenté por un concurso a cátedra de escuela universitaria en el que el otro concursante había presentado un proyecto docente plagiado. En el contencioso-administrativo, el juez estableció en la sentencia que quedaba probado el plagio, pero que daba el resultado por bueno (el plagiador es ahora catedrático) porque se remitía a la valoración de la comisión (que se negó a comprobar el plagio a pesar de presentar durante el concurso los documentos originales de donde se había copiado).

Ahora, en el recurso ante el Tribunal Superior de Justicia de Oviedo, la sentencia tiene el mismo resultado. El poder judicial se inhibe porque dice que le corresponde valorar a

la comisión universitaria, y ésta ya lo hizo en su día. Con esto quiero indicar que, por lo general, los jueces se inhiben de forma increíble ante las decisiones universitarias y que, por tanto, la vía judicial tiene poco sentido en según qué zonas de este país. Catalunya y ahora Oviedo han emitido sentencias realmente vergonzosas.

Creo que sería oportuno, en caso de entrar en algún diálogo con el Ministerio, dejarle bien claro que el sistema actual defiende el caso extremo de que un plagiador probado, si tiene recomendación, sea catedrático. Uno se puede figurar lo que sucede si el recurso es por otro motivo menos visible. Por otra parte, creo que se confirma que tiene que haber otro tipo de acciones, quizá más de tipo mediático, publicitando lo que ocurre, a ver si se activa algún mecanismo en la vergüenza pública de los responsables políticos actuales.

Guillem Bou Bauzá
Socio de la AACTE
Universidad Ramon Llull, Barcelona



Con respecto al caso de plagio ocurrido en la Universidad de Oviedo, me gustaría hacer dos comentarios. En su momento consulté con un abogado la posibilidad de denunciar a un supuesto gran investigador español por plagio. El abogado me indicó que en España el plagio sólo es delito si hay ánimo de lucro. Incluso aduciendo que las publicaciones pueden tener cierta relevancia económica posterior, el ánimo de lucro no era tan directo como para que constituyera delito. En el caso de las oposiciones (la de Oviedo y otra anterior en Cataluña, en la que el rector de la Universidad en cuestión reconoció el plagio pero estimó que el proyecto docente no tiene por qué ser original) supongo que esa sería la justificación formal para aceptar el plagio, la ausencia de ánimo de lucro. Sin embargo, me sigue pareciendo no solo inmoral si no también ilegal si se atiende no al plagio como delito si no al hecho de que, si se han de valorar los méritos del candidato, en caso de plagio no se evalúan los méritos del candidato sino los del plagiado. No veo cómo la sentencia pudo obviar este hecho.

Miguel Ángel Cambor
Socio de la AACTE
Inst. de Ciencia de Materiales de Madrid-CSIC



Sobre los presupuestos de I+D

Cuesta trabajo no presumir de la AACTE, no insistir en que pese a las dificultades que siempre aparecen a la hora de elaborar un documento, los elaborados por la AACTE, que además son públicos en la página web, son de lo mejor que uno encuentra en el páramo que es la I+D en España. Valga esta introducción laudatoria como inicio de la decepción que me llevé después de leer el documento con la declaración pública que los firmantes del Pacto por la Ciencia realizaron tras reunirse el pasado mes de octubre con la ministra de Educación y Ciencia, así como la información sobre la comparecencia del Presidente del CSIC en el Congreso de los Diputados el 13 de Octubre. En el primer caso se respira una “reducción” de las demandas de los firmantes del Pacto de la Ciencia, muy bien complementada con las declaraciones del Presidente del CSIC. No estoy del todo seguro, pero me da la impresión de que “han aprendido” de los Rectores, es decir, parecen decir “nosotros somos los que negociamos el Pacto de la Ciencia”. No olvidemos que los Rectores parecen ser los únicos que quieren negociar la reforma de la LOU, después el que se quiera apuntar que se apunte, pero esto es lo que hay, si quieres lo tomas y si no... a emigrar a otros países. Está tan claro en nuestras recomendaciones estratégicas el procedimiento que hay que utilizar para que la I+D NO dependa en su funcionamiento básico y estructural del partido que gobierne en cada caso, que lógicamente a todos estos “mandarines” no les interesa que se proceda de esta forma. Por todo esto quizás estén tan poco belicosos a la hora de criticar el ridículo aumento presupuestario que aparece para el año 2005.

Luis F. Rull
Socio de la AACTE
Universidad de Sevilla



La distribución del incremento del presupuesto de I+D que se ha realizado por el gobierno ha desilusionado a muchos científicos, pero su sesgo a favor de la investigación industrial es comprensible en gran medida porque el déficit de I+D español es mucho más grave en este tipo de investigación industrial, como demuestran datos ampliamente contrastados. Se entiende que esto no guste a la mayoría

de los investigadores, que son miembros de Organismos Públicos de Investigación (OPIs). Pero hay que aceptar la realidad: una mayor inversión en I+D necesariamente no supone la creación de puestos de trabajo ni de una industria de alta tecnología como ingenuamente todos podríamos desear. No es un proceso natural el que potenciando la ciencia básica se genere automáticamente una industria *high tech* del mismo sector que dicha ciencia. Eso depende de la mentalidad de la sociedad donde se dé ese proceso y, como reflejo de ello, de los investigadores que protagonizan los descubrimientos en dicha sociedad. El investigador español no suele asumir como parte de su responsabilidad que se cree una industria en su entorno alrededor de los conocimientos que genera o difunde. No podemos pretender hacer un empresario de cada científico, pero sí que tengan en mente esa disfunción de la ciencia española para cuando puedan actuar en consecuencia.

En determinadas ocasiones podemos tener capacidad de influir en variar la tendencia. Por ejemplo, cuando escogemos un tema de investigación, cuando se inventa (no sólo se descubre), cuando protegemos con patente alguna invención y, sobre todo, cuando se anima y ayuda a los estudiantes más emprendedores a que lideren proyectos empresariales y cuando se puede apoyar a empresas de alta tecnología que salen en nuestro entorno.

Con un cierto paralelismo a lo expresado anteriormente, los investigadores de OPIs no asumen habitualmente consecuencias directas en la contratación de personal de menor competencia en los concursos. La propia dinámica en el mundo privado hace que toda decisión perjudicial para el funcionamiento de la empresa puede repercutir tarde o temprano gravemente en ella, con impactos que pueden ser a veces dramáticos. Y de la misma forma, el control de la subvención o préstamos industria-

les es aun más riguroso que el de las subvenciones a OPIs, por experiencia propia. El control a las OPIs se realiza sobre todo antes de conceder el proyecto. Una vez que lo dan, te revisan los gastos, pero no los resultados, que pueden ser nulos después de tres años y no pasar nada, en el peor de los casos la próxima subvención será algo más difícil de obtener.

Si en el tiempo de duración de un proyecto la empresa no ha obtenido los resultados esperados, habrá perdido parte de su dinero (siempre debe aportar al menos un 50% del presupuesto). Además hay que auditar las cuentas que se envían y copias de todas las facturas (¿alguien se quejaba de exceso de papeleo?). Un 7,7 % de aumento de la inversión en ciencia básica es el doble o el triple de lo que crece el PIB, lo que no es escandaloso, teniendo en cuenta que el retorno al PIB de esa inversión es difuso, desde el punto de vista de lo que exigirían los contribuyentes, que esperan que sus impuestos mejoren su calidad de vida. El impacto del retorno del dinero que va a la industria es más directo, a través de los impuestos y creación de puestos de trabajo, y además supone duplicar las cifras de inversión en I+D, ya que al menos un 50% se pone de fondos privados. Es decir, ese 40% de aumento de inversión pública en la industria supondrá en realidad un 80% de aumento al menos en las cifras de inversión en I+D, porque por cada euro que pone el estado, la industria adiciona como mínimo otro más. Es una lógica que conocen bien los que van a revisarse cada cuatro años de gobierno: dejar unos resultados cercanos a sus promesas respecto a la I+D y no dejar una gran estela de paro tras de sí.

Ángel Cebolla Ramírez
Socio de la AACTE
Biomedal S.L., Sevilla



NOTICIAS DE LA AACTE

La revista de la AACTE se asocia a dos plataformas de revistas científicas españolas

Apuntes de Ciencia y Tecnología, la revista editada por la AACTE, se ha asociado recientemente a dos plataformas de internet para la difusión de revistas científicas españolas: los portales Revicien (<http://www.revicien.net>) y Tecnociencia (<http://www.tecnociencia.es/e-revistas/>).

La Red de Revistas Científicas Españolas (REVICIEN) es una plataforma concebida para la difusión *online* de las publicaciones científicas profesionales editadas íntegramente en España. A través de sus páginas, los internautas tienen acceso a los resúmenes de los artículos publicados por las revistas españolas participantes, así como enlaces directos a sus textos completos, muchos de ellos de libre acceso. El proyecto ha sido promovido por Manuel de León Rodríguez, vicepresidente de la Real Sociedad Matemática Española, y por Juan Aréchaga Martínez, editor de *The International Journal of Developmental Biology*, está financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia y gestionado por la empresa Ciencia Digital S.L.

La plataforma cuenta con una serie de herramientas en las que priman la interactividad y la accesibilidad de los contenidos. Entre ellas cabe destacar el motor de búsqueda avanzada, que permite acotar la búsqueda por palabras, autor, fecha, categorías, revistas, etc. O las *e-alerts*, un servicio de aviso electrónico de la publicación de nuevos sumarios que el usuario podrá personalizar según sus intereses por categorías (Ciencias Agrarias, Ciencias de la Vida, Física y Astronomía, Matemáticas,...), por revistas y/o por palabras, escogiendo hasta 4 palabras o expresiones diferentes para recibir un aviso cada vez que una de ellas aparezca en el título, el abstract o las palabras clave de un artículo. No menos interesante es el portapapeles o *clipboard*, una herramienta gracias a la cual, durante el proceso de búsqueda, el usuario podrá archivar en un portapapeles temporal las referencias bibliográficas. De este modo, dispondrá de su propia selección de artículos a los que podrá acceder en cualquier momento durante su búsqueda o una vez concluida ésta. También incluye una agenda, desde la cual se difunden congresos, seminarios, cursos, jornadas, conferencias, etc. vinculados a las revistas científicas de la plataforma o a los organismos y empresas que las editan.

Todos estos contenidos y utilidades están integrados en una interfaz de fácil manejo, en la que elementos como los enlaces directos a revistas de la misma categoría o el uso de palabras clave como hipervínculos para la búsqueda de artículos relacionados permiten que, además de la navegación estructural, pueda desarrollarse una navegación semántica dirigida según los criterios y preferencias de cada usuario.

Las revistas profesionales españolas que forman parte de Revicien deben reunir los siguientes requisitos: (i) Disponer de un Comité Editorial; (ii) utilizar evaluadores para la publicación de sus artículos; (iii) disponer de una página web actualizada y estable; y (iv) mantener una periodicidad estable. Actualmente el portal cuenta con 38 revistas con estas características.

Por otro lado, y casi simultáneamente a la participación en Revicien, la dirección de Apuntes y la Junta Directiva de la AACTE decidieron participar en el portal Tecnociencia. Este portal está financiado por la FECYT y gestionado por el Centro de Información y Documentación Científica del CSIC (CINDOC). La participación en este portal supone la firma por parte de la AACTE de un convenio de colaboración con el CINDOC. El portal Tecnociencia pretende recoger, seleccionar y alojar las revistas electrónicas españolas o latinoamericanas existentes o de nueva creación que cumplan unos requisitos de calidad rigurosos. El acceso a las revistas será abierto sin que ello menoscabe los principios de calidad que deben regir los textos de las publicaciones integradas en el proyecto. Entre los objetivos de la plataforma destacan:

- Establecer un sistema de calidad normalizado y validado de las revistas electrónicas. Aquellas revistas que estén interesadas en seguir estos criterios de calidad, certificarán que sus publicaciones cumplen con las normas anteriores, convirtiéndose en un marchamo de calidad para las publicaciones.

- Crear una plataforma que aglutine a todas las revistas electrónicas que quieran formar parte de la misma y cumplan los requisitos de calidad establecidos. Esta plataforma residirá dentro del portal Tecnociencia, y permitirá el acceso abierto a todos los usuarios a las revistas. El acceso a las revistas se realizará a través de bases de datos y por directorios. Tal y como está diseñada esta plataforma, permitirá además de la consulta a las revistas, constituir un repositorio de todas las revistas que quieran formar parte del portal.
- Crear una interfaz OAI-PMH (Open Archives Initiative – Protocol for Metadata Harvesting) que permita que los contenidos del portal de revistas estén disponibles en múltiples bases de datos y catálogos internacionales.
- Aportar servicios de valor añadido sobre los documentos indicados. Por ejemplo: sistema de alertas, acceso personalizado a las colecciones, estadística de uso de los documentos y estudio de medidas de impacto de los mismos.
- Difundir el movimiento de acceso abierto entre la comunidad científica nacional.

Estos objetivos se dirigen al fin último de dotar de servicios de alto valor añadido al portal donde se alojarán las revistas electrónicas que ayudarán a optimizar la difusión de la cultura científica, objetivo que se recoge en la estructura de Plan Nacional de Investigación 2004-2007 donde se dice textualmente en el apartado correspondiente al fomento de la cultura científica y tecnológica: “ El Programa Nacional de Fomento de la Cultura Científica y Tecnológica pretende desarrollar los mecanismos, y las estructuras necesarias para generar información de calidad sobre la ciencia y tecnología, preparar esta información para que sea útil y comprensible, ayudar a que se difunda ampliamente en la sociedad y, finalmente, monitorizar sus efectos en la propia sociedad.”

Desde la Dirección de Apuntes y desde la Junta Directiva de la AACTE nos felicitamos por la inclusión de nuestra revista en ambas plataformas, por lo que supone de reconocimiento a su calidad y porque contribuirá a una mejor difusión de la misma.

Participación de la AACTE en la reunión sobre “Crisis de Vocaciones Científicas” organizada por la FECYT

El pasado 10 de noviembre, dentro de la Semana de la Ciencia en Madrid, tuvo lugar un seminario titulado “¿Hay una crisis de vocaciones científico-tecnológicas?”, organizado por la FECYT (Fundación Española de Ciencia y Tecnología), organismo del estado que promueve debates y reformas sobre la CyT. Este seminario giraba en torno a un estudio coordinado por el Profesor Jesús Zamora de la UNED que analizaba la evolución durante el periodo 1990-2000 de los porcentajes de estudiantes del último curso de secundaria y elección de carrera universitaria hacia las consideradas clásicamente Ciencias o Letras. Aunque esta separación está algo desfasada en diversas materias se mantuvo este criterio para facilitar el análisis. Gracias a la amabilidad del Profesor Zamora y de la FECYT se publica en este número de *Apuntes* un resumen del estudio. La presidenta de la AACTE fue invitada a participar en la mesa redonda. El estudio pone de manifiesto que durante la pasada década ha habido una disminución de un 6% en alumnos de COU-2º Bachiller que eligen opciones de ciencias. Sin embargo, existe un aumento del 6% de estudiantes que inician una carrera científica, posiblemente favorecido por la disminución de las notas de corte. La disminución mayor ha sido en la orientación científico-técnica y no la biosanitaria, y principalmente en el último periodo. En su conjunto ambas orientaciones se igualan en el bachiller (52% ciencias - 48% letras) y tienden a hacer lo mismo en el ingreso a la universidad (42% ciencias - 58% letras). Un aspecto importante del estudio muestra que el número de estudiantes de COU-2º Bachiller ha aumentado durante toda la década de los 90 (de unos 280.000 a unos 390.000 estudiantes). Sin embargo, se ha producido un descenso de un 20 % de los alumnos que ingresan en la Universidad en los últimos años de los 90. A pesar de que los valores varían por Comunidades Autónomas, este estudio parece indicar que no existe una crisis de las vocaciones científicas, como ocurre en otros países europeos. Sin embargo, es de señalar la caída a finales de los 90 en el número de alumnos que inician estudios universitarios.

Durante el seminario se mencionó el interés que hay que despertar por la ciencia en los jóvenes y la sociedad, así como incrementar el número de horas semanales dedicadas a estas materias (en la

actualidad se imparten dos horas por semana de física y química) y de los malos resultados de los alumnos en comparación con otros países de la OCDE. La presidenta de la AACTE enfocó su charla en la importancia de tener un sistema científico ambicioso, atractivo y coherente en nuestro país, mencionando una serie de propuestas que defendemos desde la AACTE (aumento del gasto en I+D, sistema de evaluación de los grupos y centros de investigación que promuevan reformas, adecuación de la Universidad a programas de calidad investigadora, prácticas endogámicas en la selección de personal, creación de centros tecnológicos con una fuerte interacción con las empresas). En resumen, para mejorar la percepción de la ciencia por la sociedad y aumentar el interés por desarrollar profesiones científicas, sería necesario no sólo hacer un esfuerzo en la docencia y la divulgación, sino estimular a políticos, empresarios y a la propia comunidad científica para desarrollar un programa científico ambicioso y acorde con los países de nuestro entorno socio-económico.

La AACTE felicita al rector de la UPM por la utilización de criterios de baremación objetivos en la adjudicación de una plaza de profesor titular.

Durante el mes de noviembre pasado se conoció en la AACTE que había problemas en un concurso para proveer una plaza de Profesor Titular de Universidad en el área de Matemática Aplicada en la Universidad Politécnica de Madrid, concretamente en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola (ver carta de Eugenio Degroote en la sección de Correspondencia). Se pretendían usar unos criterios arbitrarios para que obtuviera la plaza un candidato local, frente a otros candidatos externos con más méritos. Finalmente, gracias a las cartas de protesta enviadas a título personal por varios científicos al rector de la UPM, y gracias sobre todo a la actuación de Eugenio Degroote, socio de la AACTE, que participaba en la comisión de selección, se adoptó un baremo numérico basado estrictamente en criterios de capacidad y mérito de los candidatos.

Ante esta desenlace, la AACTE envió una carta de felicitación al rector de la Universidad Politécnica de Madrid y al presidente de la comisión de selección por haber tomado esa iniciativa. Dicha carta se incluye a continuación:

Magnífico Sr. D. Javier Uceda Antolín
Rector de la Universidad Politécnica de Madrid

Nuestra Asociación ha tenido noticias de los incidentes en el proceso de selección para una plaza de Profesor Titular de Universidad en el Departamento de Ciencia y Tecnología Aplicadas de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola de Madrid.

Permítanos felicitarle por la decisión finalmente adoptada de introducir criterios objetivos y públicos para la selección de los candidatos en función de sus méritos curriculares. Aunque este es un mandato constitucional, en numerosas ocasiones se vulnera el derecho al acceso a puestos de instituciones públicas de acuerdo al mérito, capacidad e igualdad de los candidatos. Si bien en ocasiones se intenta implantar un sistema endogámico desde algunos departamentos, deseamos felicitarle por la iniciativa y valentía de la que ha hecho gala la comisión de selección de dicha plaza.

La implantación como norma de criterios objetivos y transparentes en las comisiones de selección beneficiará la calidad de la universidad, así como al buen nombre que esta institución merece.

Atentamente,

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

OPINIÓN

El Programa Ramón y Cajal y el presente y futuro de la investigación en España

Juan de la Figuera Bayón*
Socio de la AACTE

Después de entrar en la Unión Europea (antes CEE) pensábamos que ya estaba todo hecho. Ya no más golpes de estado. Ya no más ser parte de África. Nos podíamos permitir mirar por encima del hombro a esos otros países, que, pobrecitos, estaban “fuera”. Eso sí, todos estábamos un poco hartos de la cantinela de “España, Irlanda, Grecia y Portugal” en la cola en todos los indicadores. Pero, a cambio, nos llegaban unos jugosos fondos estructurales europeos. Por primera vez en los últimos doscientos años habíamos conseguido quitarnos ese complejo de inferioridad cuando viajábamos a Europa, al resto de Europa.

Y, cuando nos habíamos creído que ya estaba todo hecho, nos hemos despertado. Irlanda ya no está a nuestro lado. Nosotros seguimos en un país que no tiene ni una sola universidad que ocupe un puesto, no ya ni siquiera mediocre, entre las mejores de Europa (sin paliativos, no depende del criterio de selección, si más sesgado hacia la investigación [1] o más hacia la docencia [2]). Se van a reducir drásticamente los dichos fondos estructurales, porque han entrado otros mucho más pobres que nosotros. Para nuestra desgracia, los que entran tienen una tradición científica envidiable en muchos campos. Eso sí, vienen con las ganas que teníamos nosotros hace quince años: dispuestos a comerse el mundo y, si hace falta sudar, mejor.

La Unión Europea de los veinticinco es más que una asociación pero menos que una nación. Impera la diversidad y la competencia. Sabemos, a nivel de continente, que si queremos mantener nuestro nivel de bienestar tenemos que ser capaces de seguir la estela de EEUU. Lo que quiere decir investigar más, mucho más. Y mejor, mucho mejor. Esto no sólo supone aumentar el gasto, sino también aumentar la competitividad de nuestros investigadores.

En este contexto se instaura en 2001 el Programa Ramón y Cajal. Será por tradición, pero tenemos una tendencia en este país a achacar al gobierno todos los males, a la manera de los *neocons* republicanos. No podemos decir que, en política científica, muchas acciones hayan sido extraordinariamente previsoras. Pero a veces nos encontramos con programas que, incluso de forma inadvertida, señalan un cambio profundo en el país. No vamos a entrar a discutir por qué el programa Ramón y Cajal en su formulación actual se queda muy lejos de un *tenure-track* serio. Sin embargo, es interesante indicar por qué es profundamente revolucionario. Es un programa que concede a un investigador un contrato de cinco años de duración. Con una pequeña cantidad de dinero para que se pueda comprar una mesa y un ordenador e ir a un par de congresos según se incorpora. Un momento, ¿contrato al investigador? Sí, resulta que no es un favor que se concede a un catedrático por el cual se debe previo y posterior eterno agradecimiento. Sólo se evalúa el currículum del investigador: el investigador, además, puede escoger adónde ir. No hay que ser español de pura sangre. Vamos, ni siquiera europeo. Aunque en la última convocatoria es necesario ser “joven” por razones que se me escapan.

Los contratados Ramón y Cajal no españoles son la primera bolsa de investigadores extranjeros [3] de este país (¿cuantos catedráticos extranjeros tenemos?). ¿Cuál ha sido uno de los argumentos más esgrimidos en su contra? Que “son de fuera”. Aparte de la suposición subyacente de que ello suponga un demérito en vez de un valor añadido, hay que recordar que la mayoría de los investigadores Ramón y Cajal ya estaban investigando en el mismo centro donde obtuvieron su contrato. Y, por supuesto, a ningún centro le han obligado a

* Presidente de la Asociación Nacional de Investigadores Ramón y Cajal (ANIRC). Departamento de Física de la Materia Condensada, Universidad Autónoma de Madrid. Corr-ele: juan.delafiguera@uam.es

ofrecer contratos Ramón y Cajal y obtener, por menos de lo que cuesta una beca para un estudiante de tesis, a un investigador duramente preseleccionado. Eso sí, en términos generales, el nivel científico promedio de los contratados al amparo del programa es mejor que, por ejemplo, el promedio de profesores titulares contratados recientemente [4]. Lo cual no es un demérito para nadie, sino un reflejo del sistema de selección en ambos casos.

El programa ha sido instaurado de forma casi simultánea a otra modificación crucial. Se puede ser investigador principal de un proyecto sin ser funcionario. Por primera vez tenemos una bolsa de científicos que entran en el sistema sin pasar por el funcionariado y, además, pueden competir por conseguir proyectos. Y los consiguen. Crean líneas de investigación, tienen becarios, dirigen tesis. Por supuesto, no en todos los casos. No hace falta entrar a enumerar los obstáculos: falta de medios, dinero, espacio, etc. Pero la posibilidad, por primera vez en España, está ahí, y se aprovecha.

Es difícil expresar en palabras el resquebrajamiento que esto supone en nuestro sistema de ciencia. Y lo básico que es para nuestro futuro. En Europa, y más aún en España, se acusa a los científicos de no contribuir en la medida de su capacidad a la transferencia de tecnología a la industria. Pocos crean empresas. Pero el sistema tradicional español no fomenta la independencia y la capacidad de arriesgarse. Premia el acomodo, y el jugar seguro, esperando esa plaza que depende de la lealtad, la capacidad de espera y, sólo marginalmente, del mérito. Necesitamos premiar la independencia, necesitamos favorecer a quien intenta llevar a cabo líneas de investigación propias. El programa Ramón y Cajal, con todas sus limitaciones, constituye un éxito sin precedentes en todos estos puntos.

Y ahora, ¿que? El programa funciona desde hace alrededor de tres años. A los primeros contratados les restan unos dos años. El objetivo declarado del programa era incorporar investigadores al sistema español de Ciencia y Tecnología y, tras evaluaciones reiteradas, no parece muy razonable despedirlos sin más. Pero, si continúan, ¿como?. Aquí topamos con una gran falacia: no hay figuras contractuales en las que encajen. Veamos con un poco más de detalle la situación en los distintos tipos de centros receptores de investigadores del programa.

En las universidades públicas se puede contratar actualmente como profesor contratado doctor a toda persona acreditada por la

Agencia Nacional de Evaluación y Acreditación. Basta pasar una selección por una comisión de la Universidad. Perfecto: tras cinco años en una Universidad, está claro que cualquier universidad española estará feliz y contenta de contratar a un investigador cuya calidad ya ha quedado demostrada antes y durante los años de contrato Ramón y Cajal. Especialmente dado que la Universidad, obligada por la normativa del programa, ha hecho una previsión de crecimiento antes de ofertar los contratos. Y si la persona en cuestión está habilitada, pues lo mismo pero como profesor titular o catedrático. Especialmente satisfechas deberían estar las universidades en estos últimos casos, dado que, desde el punto de vista presupuestario, un funcionario sale más barato al no tener que pagar la cuota patronal.

La realidad es más complicada. La autonomía universitaria existe desde la transición en España. Independientemente de las razones que aconsejaron su instauración, es un concepto que ha quedado desfasado en nuestra sociedad. En la práctica quiere decir que el gobierno de la Universidad está en manos de sus profesores (y también en buena medida de sus alumnos y trabajadores). Pero la recaudación no está controlada por la Universidad, sólo el gasto. Muchas veces se ha hecho el paralelismo con una empresa (y no una cooperativa) cuyos trabajadores sean los que eligen al director de la misma. Como resultado de los criterios de financiación y del modo de gestionar el gasto las universidades se han mostrado reacias a incorporar a los investigadores Ramón y Cajal de forma indefinida, alegando insuficiencia de fondos.

En el CSIC, ejemplo último de organismo público de investigación, la situación es algo diferente. Hay una oferta de plazas de funcionario (científico titular, investigador y profesor de investigación) insuficiente en números totales, aunque no por mucho. Pero existe un serio problema: los números totales de las plazas que se ofrecen no lo son en las mismas áreas en las que se han ofrecido los contratos Ramón y Cajal. Lo cual muestra un cuadro esquizofrénico de la política científica del CSIC como institución. Se ofrecen contratos de investigador con una distribución que no refleja el crecimiento que se pretende seguir.

En Hospitales, el problema básico es que no existe la figura de investigador. Hay iniciativas en curso para intentar arreglar este problema, previo siquiera a las posibilidades de futuro. Sin embargo, la multitud de actores involucra-

dos complica bastante el problema, aunque esto no debería ser un obstáculo para la contratación de investigadores, dada la independencia de que disfrutaban muchos hospitales a través de fundaciones.

¿Cuales son las posibles soluciones del actual “impasse”? En un mundo ideal, las instituciones que hacen ciencia reciben dinero por ello. Y, por tanto, les interesa contratar a investigadores que aporten fondos. Lamentablemente, en la actualidad las instituciones reciben cantidades ridículas de dinero por cada proyecto de investigación (alrededor del 15%). Y en los proyectos de investigación financiados desde el MEC sigue pesando exageradamente el número de doctores del grupo petionario en muchas áreas. Este hecho, en teoría en nombre de la lucha contra la atomización de la investigación (concepto desconocido en EEUU, y así nos va), hace que a las instituciones en España les interese más un investigador que se integre a un grupo que un investigador independiente.

Pero esta situación se puede cambiar. Aunque el MEC a menudo no tiene capacidad directa de contratación, sí tiene la llave de una parte apreciable de la financiación a través de las convocatorias de ayudas a la investigación, infraestructuras, etc. Es hora de utilizar dichas herramientas de una forma directa. El propio programa Ramón y Cajal es un ejemplo de sus posibilidades. Modificar la asignación de infraestructuras en función de criterios de excelencia en la investigación, incentivar la contratación de investigadores de calidad contrastada (y el MEC, en su anterior encarnación, ya ha demostrado mediante el programa Ramón y Cajal que se pueden establecer métodos de selección desde el gobierno central) y aumentar los costes indirectos de los proyectos de investigación está en su mano. Algunos de estos puntos están en el programa de gobierno del PSOE [5]. Sin em-

bargo, todavía estamos esperando las medidas concretas que conviertan en hechos las buenas intenciones. El tiempo corre.

Pero hay algo más que por el bien de nuestra ciencia debe favorecerse: la incorporación de investigadores con capacidad de independencia. Y un método que se ha mostrado muy eficaz para ello es el sistema de “tenure-track” anglosajón, entendido éste como todo sistema de contratación que conste de los siguientes elementos:

- 1- Contratación temporal durante un plazo de varios años, seguido de una evaluación previa a la contratación indefinida.
- 2- Medios para iniciar la creación de un grupo independiente (“start-up funds”, apoyo de personal técnico, estudiantes, etc)
- 3- Reglas claras para la evaluación, establecidas antes de la contratación.

El MEC puede, al igual que pretende apoyar la contratación indefinida de investigadores, establecer unos incentivos para las instituciones que ofrezcan posiciones de “tenure-track” reales. Con todos estos pasos, y entre todos, podemos conseguir que España no vuelva al furgón de cola de la Unión Europea del que la han sacado la entrada de varios de los nuevos países miembros.

Referencias:

- [1] 2004 Academic Ranking of World Universities, <http://ed.sjtu.edu.cn/ranking.htm>.
- [2] World University Rankings, The Times Higher Education Supplement, Nov 2004.
- [3] Ministerio de Ciencia y Tecnología, 6-2-2004.
- [4] A. Rivero, y A. Navarro, 2001. “Endogamia en la universidad, lecciones del programa Ramón y Cajal”. Apuntes de Ciencia y Tecnología 4 (2001) 33.
- [5] Programa Electoral, PSOE 2004.

La financiación de la universidad[†]

Juan V. Sánchez-Andrés*

A efectos de realizar un análisis con alguna validez en un espacio restringido, es necesario introducir elementos de simplificación que no distorsionen demasiado las conclusiones. En esta dirección introduciremos dos marcos. El primero consiste en delimitar dos conceptos:

sistema de generación de conocimientos (SGC) y sistema de generación de riqueza (SGR) o estructura productiva. Se puede hacer muchos matices, pero esencialmente el SGC se debería corresponder con las universidades y el SGR con las empresas. El segundo marco consiste

[†] Artículo publicado en Madri+d (<http://www.madrimasd.org>) y reproducido aquí con permiso del autor.

* Departamento de Fisiología, Universidad de La Laguna. Corr-ele: jandres@ull.es

en dejar clara una obviedad, que hablar de financiación es hablar de dinero, también para el caso de la universidad. Y el dinero es un medio de pago de productos o servicios que debería fluir desde el SGR al SGC para que las universidades, incluidas en el último, se financiaran. Parece que no es así porque si lo fuera no nos estaríamos preocupando ahora del tema. Puede argumentarse que a este esquema le falta una segunda pata: las subvenciones de la administración a las universidades. No lo parece en la medida en que no cabe esperar cambios sustanciales por diversas razones, entre las que cabe destacar que el incremento en el número y tamaño de nuestras universidades en los años pasados ha llevado a una situación en la que las administraciones se encuentran en el límite de lo que pueden aportar considerando que las universidades compiten por los recursos con otras necesidades. Además, hay cierto consenso en que el componente más deficitario es el que debería provenir de la financiación privada, no de la pública. Sí, es cierto que podría añadirse una tercera pata: la introducción de un sistema de créditos, como el recientemente propuesto en Inglaterra, para que las tasas de los alumnos se acercaran al coste de sus estudios. Pero esta pata tiene implicaciones políticas cuyo análisis excede al de este artículo.

Sobre la base de esos marcos podemos definir el problema: el SGC no es capaz de producir bienes y servicios valorados por el SGR. En realidad se trata de dos posibles problemas: (a) el SGC no los produce y/o (b) sí que los produce pero el SGR no atribuye valor a lo producido. En otro caso el SGR retribuiría por esos bienes y servicios al SGC y el problema no existiría. Además, doble ahorro, ni yo habría escrito estas líneas, ni Usted, lector, estaría perdiendo el tiempo leyéndolas.

No es que no se hayan probado iniciativas. Los Consejos Económicos y Sociales como interfases con la sociedad, la Fundación Universidad Empresa, los Parques Científicos que han nacido como setas para ofertar facilidades a las empresas aunque muchas veces se hayan quedado en negocios inmobiliarios, etc. A juzgar por los resultados, las distintas iniciativas han tenido, en el mejor de los casos, impactos modestos. ¿Por qué? ¿Qué maldición se cierne sobre nuestras universidades que les impide obtener remuneración por sus servicios? Casi es peor invertir la pregunta: ¿qué maldición se cierne sobre nuestras empresas que les impide obtener servicios de nuestras universidades que valoren lo

bastante como para remunerarlos? Esta última formulación es más interesante si se entiende, como suele, retóricamente, afirmarse, que las universidades se encuentran al servicio de la sociedad. Si no es así, la sociedad pierde la opción de acceder a servicios que podrían ser necesarios para recorrer la senda del progreso. Así que no tenemos un agente sino dos y entre ellos una potencial dialéctica. Pero este escrito pretende abordar el lado de la universidad. El lado de la empresa se puede, simplemente, enunciar: nuestras empresas recurren poco al conocimiento que podrían esperar de la universidad, porque el conocimiento para lo que es útil es para la investigación y para la innovación. Pero estos dos objetivos se dan, normalmente, en función de los excedentes de las empresas y nuestro tejido industrial está mayormente constituido por PYMES, con escasos excedentes. Tenemos un problema serio de atomización y de falta consecuente de escala que permita abordar significativamente el desafío de la I+D desde una perspectiva empresarial. No faltará quién ataque esta afirmación con argumentos de "gurú del management" resaltando la importancia de la innovación para el futuro. No hay duda de que es así, pero no podemos ignorar nuestra realidad si queremos mejorarla. A nadie se le ocurriría atacar a un país en desarrollo por no hacer investigación, suficiente tienen intentando comer. Esto nosotros ya lo hemos resuelto pero es ingenuo pensar que ya hemos resuelto otros temas estructurales que actúan como cuello de botella.

Por tanto, ahora ya tenemos bastante circunscrito el tema: el SGR retribuirá al SGC por aquello en lo que reconozca valor para sus fines, siempre y cuando lo pueda pagar. En este punto existe un desequilibrio fundamental entre lo que la empresa pide y lo que la universidad puede dar. Esta bastante claro que nuestros sectores más pujantes (los que pueden pagar) son el turismo, la construcción, la manufactura, la agricultura y algunos servicios. Es falso que se trate de sectores en los que el I+D sea poco relevante. Puede serlo y mucho. Pero no se trata, precisamente de los sectores en los que nuestra capacidad investigadora es más pujante. Tenemos excelentes investigadores en biomedicina, en biología molecular y en bioquímica, en física teórica y de materiales, en matemáticas y en algunos otros campos. Pero, miren, por muy buena voluntad que se ponga no se ve viable que una constructora contrate, por ejemplo, a un biólogo molecular. Hay un divorcio entre nuestra estructura productiva y

nuestra estructura generadora de conocimiento a efectos de su potencial de interacción.

La relación de sectores “pujantes” lleva, inmediatamente, a plantear que nuestro futuro puede ser sombrío. Se trata de sectores amenazados. El turismo, por la competencia potencial del Norte de África, el Caribe y el Norte de Europa. La construcción, por el riesgo de la burbuja inmobiliaria y las futuras alzas en los tipos de interés. La manufactura, por la competencia de hecho de los países asiáticos. La agricultura, por la competencia de los países emergentes. Los servicios, porque si fallan estos otros elementos de la economía real, simplemente, no se contratarán. *¿Quo vadis, economía española?* Ahí es dónde se echa en falta al SGC liderando sectores que reemplacen a los que se nos queden obsoletos, contribuyendo a promover la diversificación, contribuyendo a fomentar el incremento en la productividad por la vía de la generación de empleos más cualificados, con mayor valor añadido, salarios más altos. Contribuyendo, en fin, a la Europa tecnológica dibujada en las declaraciones de Lisboa y de Barcelona. Sería un gran servicio que la sociedad debería pagar y que resolvería los problemas financieros universitarios. Pero no. Las afirmaciones de un par de líneas más arriba no pasan de retóricas a juzgar por los resultados. Y como el servicio no se produce, lógicamente, la sociedad no paga. Nótese que cuando se hace referencia a las universidades americanas ricas, se alude a entidades bien conectadas y abiertas a la estructura productiva, no entidades volcadas, salvo testimonialmente, a la resolución del día a día interno. Hay que insistir: apertura no quiere decir jornada de puertas abiertas una vez al año, quiere decir transacción, aunque sea de intangibles.

Todo esto nos lleva, inexorablemente, a la siguiente pregunta: ¿por qué no se abren las universidades y, con ello, explotan el potencial de sus profesores e investigadores? Obviamente, contestar a esta pregunta requiere contestar, antes, a otra: ¿existe ese potencial? Para tratar de dar una respuesta hay que matizar la pregunta anotando dos premisas. La primera es que en cualquier organización el elemento clave son las personas, los recursos humanos en otra nomenclatura. La segunda es que no todo el mundo tiene por qué ser valioso en un SGC, lo que no quita para que personas poco idóneas en este campo puedan ser valiosísimas dedicadas a otro tipo de actividad. Una vez dicho esto, puede afirmarse que la fuerza de la evidencia

apunta a que el potencial es bastante menor que el que podría deducirse de los puros números. En caso contrario, existencia de un potencial alto, no estaríamos afrontando este problema. ¿Por qué? Muy sencillo. Porque los mecanismos de captación y gestión de los recursos humanos rozan lo desastroso, estando mucho más supeditados a los equilibrios de poder de los grupos internos de cada universidad que a la captación de activos valiosos. Lógicamente, si la captación de activos humanos no tiene que ver con el objetivo de desempeñar roles de interés para la sociedad, difícilmente se podrá cubrir tal objetivo. No es preciso hacer énfasis en la dificultad de gestionar esos recursos humanos.

De todo lo dicho hasta aquí se sigue que existe un componente circular en el problema. Hay escasa permeabilidad de las universidades con la sociedad que se realimenta con los mecanismos universitarios de captación de recursos humanos. Justo la dirección opuesta a aquella en la que habría que ir. Habría que añadir que la estructura de toma de decisiones no facilita una salida de ese círculo, como no lo hace que, al final, no existe una exigencia de responsabilidad sobre las decisiones que se tomen. No es necesario hacer hincapié en el hecho de que se vulnera el espíritu del precepto de autonomía universitaria, que pasa de ser un instrumento para que cada universidad desarrolle sus capacidades de acuerdo con sus prioridades específicas, a significar simplemente que las universidades son autónomas, viven aparte del mundo.

Por tanto, el problema de la financiación de las universidades es consecuencia de sus dinámicas y no se puede desligar de ellas. Es un problema grave, sobre todo para la supervivencia de las universidades. Empezaba este escrito hablando del SGC del que las universidades deben ser un componente significativo, pero no el único. La sociedad es viva y, por tanto, dinámica. Si las universidades no asumen ese papel otros agentes irán ocupando su lugar en el SGC recepcionando los fondos correspondientes a la utilidad que supongan para la sociedad, detrayéndolos de los que las universidades puedan obtener. En este juego de múltiples factores cada universidad es responsable de su propio destino, pero dada la dificultad del cambio en la estructura de toma de decisiones cabe esperar que en bastantes casos se mantenga, por inercia, la actual y el futuro de la mayoría de ellas resulte comprometido.

La traducción científica a comienzos del siglo XXI

José A. Tapia Granados*

Si a una persona culta de habla hispana se le pregunta si ha leído a Thomas Mann, a Dostoievski o a Julio Verne, lo más probable será que conteste afirmativamente. Si a continuación se le pregunta si su respuesta afirmativa significa que leyó al autor de *Muerte en Venecia* en alemán, al de *Crimen y castigo* en ruso o al de *La isla misteriosa* en francés, la respuesta más probable será negativa. Casi todos conocemos a los autores extranjeros a través de traducciones y, aunque a veces pensemos que hemos leído al filósofo estadounidense W. O. Quine, al escritor francés Albert Camus o al revolucionario alemán Carlos Marx, a quien realmente leímos fue a Manuel Sacristán (que tradujo *Los métodos de la lógica*), a José Ángel Valente (el traductor de *El extranjero*) o a Wenceslao Roces (que vertió al castellano *El capital*). Una parte cada vez mayor de lo que se lee en la vida cotidiana (textos periodísticos, folletos de publicidad, manuales de instrucciones, novelas, obras de ensayo...) son traducciones, pero pocas veces el lector es consciente de que entre lo que leyó y la mente que produjo originalmente esas ideas hubo otras manos y otras mentes que “interpretaron” aquellas y las vertieron a su mejor entender. A menudo es difícil darse cuenta de que hubo un traductor porque su labor permanece en la sombra. ¿Quién vio alguna vez el nombre del traductor en el manual de instrucciones del automóvil o de la lavadora (seguramente traducido del alemán, del inglés, del francés o del japonés)? ¿Vio alguien el nombre del traductor en una noticia de prensa que, según consta en su comienzo, está tomada del *New York Times*? En muchos de esos textos ni siquiera consta el autor en el texto original, generalmente respaldado por una institución: una empresa si se trata de un folleto publicitario o un manual de instrucciones, un periódico o una agencia de prensa si se trata de una noticia. Entonces, si ni siquiera sabemos del autor, ¿por qué habríamos de saber del traductor? Cuando se trata de libros, a veces la empresa editora no está en absoluto interesada en que el posible comprador del libro preste atención al traductor. Un lector puede sentirse atraído por una traducción de Marguerita Yourcenar hecha por Julio

Cortázar, pero es difícil que alguien se interese en un texto de, digamos, Gorki, traducido por un desconocido, y no del ruso, sino del inglés o del italiano. No pocas veces leemos traducciones que no son versiones directas del texto original sino segundas o terceras traducciones. Esto pasa a menudo cuando el idioma original es una lengua alejada de nuestra área lingüística. Si el autor era ruso, finlandés, chino o croata, no será nada raro que el texto castellano que leamos sea realmente una traducción del francés o del inglés o del italiano. La editorial a menudo procurará que esto quede tan en la sombra como sea posible. A nadie le gustan los objetos manoseados y si una traducción es evidentemente un sucedáneo del original para cualquiera que lo piense, ¿qué pensaríamos de una traducción traducida de otra traducción?

Cualquiera que conozca mínimamente un idioma distinto del propio sabrá lo difícil que puede ser la traducción. El lenguaje está lleno de ambigüedades y figuras que están indisolublemente ligadas a las palabras concretas del idioma. “Un viejo que chochea” es una expresión casi intraducible si se tienen en cuenta las connotaciones semánticas del verbo “chochear” y del sonido “ch” en nuestro idioma (María Moliner afirma en la entrada *ch* de su diccionario que el sonido *ch* tiene connotaciones peyorativas en castellano). En principio, el lenguaje científico, como dice Ernesto Sabato, sería el lenguaje más fácilmente traducible, ya que lo que pretende dicho lenguaje es comunicar ideas completamente objetivas, privadas de ambigüedad y de afectividad. “La proposición «el calor dilata los cuerpos» puede ser trasladada a cualquier idioma sin que su espíritu pierda un ápice de su sentido”, dice Sabato. Igualmente, *The standard deviation is the positive square root of the variance* es completamente equivalente a “La desviación estándar es la raíz cuadrada positiva de la varianza”. Ciertamente, pero las cosas no son tan fáciles. Lo que cada vez más a menudo se llama “desviación estándar” en España, durante mucho tiempo se denominó “desviación típica” y en Argentina suele decirse “desvío”, no “desviación”. Por otra parte, “estándar” es un

* Institute of Labor and Industrial Relations, Universidad de Michigan, EEUU. Corr-ele: jatapia@umich.edu

anglicismo castellanizado que aún se ve muchas veces escrito “standard” (o incluso “stándard”, “standar” o “stándar”). Respecto a “varianza”, algunas veces lo que se ve escrito es “variancia”, grafía que recomendaba la Real Academia hasta una edición reciente de su diccionario, en la que ha optado por *varianza*.

La traducción de textos científicos plantea problemas terminológicos formidables que sólo pueden ser resueltos por la especialización del traductor. Un traductor sin formación matemática tendrá graves problemas terminológicos para traducir una frase inglesa como la mencionada, aunque tenga un gran dominio de la lengua inglesa y de la lengua castellana. Sin un contexto estadístico, que sólo puede entender adecuadamente el que conoce al menos los fundamentos de esa rama de la matemática, la expresión *standard deviation* bien podría traducirse como “desvío habitual”, o como “apartamiento corriente”. Traducirla como “desviación típica” o “desviación estándar” revela una familiaridad con cierta jerga matemática que no tendrá cualquier traductor. La palabra *redox* en contextos de química comenzó a usarse en inglés como acrónimo de la expresión reducción-oxidación y con el mismo sentido se usa ahora en castellano. Un amigo, traductor mejicano, me contó una vez que vio la expresión *redox reaction* de un libro de fisiología traducida como “reacción buey rojo” (*red ox*). El traductor que había hecho el desaguisado probablemente sabía poco de química.

El término *leg* significa “pierna” si se refiere a una de las extremidades inferiores de una persona, pero es “pata” si se refiere a una extremidad de un animal. Incluso para quien conozca bien el idioma inglés y haya leído la palabra *leg* muchas veces, puede resultar chocante encontrarla en un contexto de geometría, matemáticas o física, donde habrá que traducirla por “cateto”, ya que en inglés los lados de un triángulo rectángulo se denominan *hypotenuse* y *legs* y, según el teorema de Pitágoras, *the square of the length of the hypotenuse equals the sum of the squares of the lengths of the legs*. Por cierto que nuestro Pitágoras es Pythagoras en inglés y las diferencias de grafía en nombres propios geográficos o de personajes históricos son el origen de algunos de los errores de traducción más habituales. Es por ejemplo frecuente oír en español hablar del método “Delphi” para hacer predicciones, cuando en castellano siempre dijimos Delfos para referirnos a la ciudad del famoso oráculo

griego (la misma ciudad griega que se llama Delphi en inglés).

Veamos otro ejemplo tomado de un texto introductorio a la estadística. *The median or middle value of a group of measurements is that value which divides the set into two equal parts such that the number of values equal to or greater than the median is equal to the number of values equal or less than the median*. Cualquier persona que tenga ciertos conocimientos de estadística sabrá que en este contexto *median* ha de traducirse como “mediana”, no como media, ya que en inglés “media” se dice *mean*. Entonces, la traducción diría: “La mediana o valor medio...” ¿No?

No.

En castellano, “valor medio” es sinónimo de “media” y si el concepto de mediana es distinto al de media, este *middle value* no puede traducirse como “valor medio”. ¿Cómo traducir esa frase entonces? La respuesta no es fácil. Una posibilidad sería eliminar esa expresión en la traducción y decir simplemente: “La mediana de un grupo de mediciones es el valor que divide al conjunto en dos partes iguales, de manera que el número de valores iguales o mayores que la mediana es igual al número de valores iguales o menores que la mediana”. Esta posibilidad la escogería un traductor experimentado que sabe que traducir no implica dar equivalencias para cada palabra del texto original, sino decir las ideas de aquel en el idioma de llegada. En el camino no importa perder palabras, siempre que se conserve lo principal de las ideas. Otra posibilidad, que posiblemente sólo encontraría quien tuviera un concepto matemático muy claro de lo que es la mediana, sería decir lo siguiente: “La mediana o valor central de un grupo...” Cualquiera de estas dos soluciones sería mucho mejor que la primera, en la que una traducción más o menos literal forzada por el desconocimiento de la terminología matemática de la lengua a la que se vierte lleva al absurdo de hacer equivalentes dos conceptos estadísticos distintos, media y mediana.

En un libro de autores neozelandeses y otros países de habla inglesa cuya traducción en castellano tuve una vez que supervisar era muy frecuente la palabra *random*, que como es sabido significa “aleatorio”, “al azar”. Pero en un capítulo del libro aparecía la expresión *radon exposure*. El radón, uno de los gases nobles, es uno de los productos finales de la

transformación de los elementos radiactivos y es él mismo capaz de emitir radiactividad. Por ello predispone al cáncer cuando se acumula en sótanos y actúa sobre personas que usan dichos sótanos. *Radon exposure* se refiere, pues, a una “exposición a radón”. Sin embargo, el traductor, a pesar de su larga experiencia en traducciones técnicas y a pesar de que la expresión aparecía varias veces en ese capítulo del libro, confundido por la presencia habitual de *random* en el texto, cambió mentalmente *radon* por *random* y tradujo *radon exposure* como “exposición aleatoria”.

Una buena parte de las traducciones científicas que circulan en libros y revistas tienen errores de bulto, algunos tan groseros como los anteriores. Como decía el lingüista Martínez Amador, «para traducir mal solo se necesita osadía y diccionario». Muchas veces cualquiera que sabe algo de otro idioma piensa que sabe traducir y lo malo es que muchos editores piensan lo mismo. Cuando se trata de traducciones científicas es frecuente encontrar dos tipos de traducciones, ambas deficientes. Unas son las de los técnicos, que entienden lo que dice el texto original pero lo vierten a su idioma en un lenguaje lamentable, lleno de incorrecciones gramaticales, jerga profesional y extranjerismos. Otras, las de quienes traducen un texto especializado sin tener conocimientos del campo al que corresponde el texto que traducen. Si son buenos traductores, éstos hacen su mejor esfuerzo para que la traducción sea correcta y casi siempre lo consiguen... pero solo en el aspecto gramatical. Siguiendo a Vázquez-Ayora estos dos tipos de malas traducciones podrían llamarse respectivamente “feas honradas” y “bellas mentirosas”. Indudablemente, ambos tipos de mala traducción son rechazables, pero, como explicó hace muchos años Julio Calonge, si hay que quedarse con alguna mejor es una fea honrada. Claro está que lo ideal siempre será una honrada que sea también hermosa.

Lo dicho sugiere inmediatamente la necesidad de la cooperación y del trabajo en equipo entre especialistas en un campo científico y especialistas en idiomas o, dicho de otra forma, buenos traductores-redactores con especialistas en la terminología del texto que se traduce. Lamentablemente, en los tiempos que corren quienes saben escribir correctamente en su propia lengua parecen ser ejemplares cada vez más escasos, dada la creciente supremacía de

lo visual y lo hablado sobre lo escrito. En cuanto a los especialistas en este o aquel campo, a menudo están demasiado ocupados en otras cosas o consideran que una traducción no tiene importancia o no les brinda recompensas ni materiales ni intelectuales suficientes que justifiquen su trabajo. Lo anterior, aunado a las presiones editoriales o periodísticas por reducir tiempos y costos, hace que, por desgracia, a la hora de hacer una traducción a menudo se imponga el trabajo, muchas veces hecho con prisas, de una sola persona, que a menudo sólo deficientemente tiene la capacidad lingüística, los conocimientos científicos o técnicos pertinentes o, incluso, las dos cosas, para traducir un texto científico a partir de un idioma extranjero.

Desde hace unos pocos años la existencia de internet brinda a los traductores enormes posibilidades de consulta con bases de datos, obras de consulta, foros de discusión y especialistas en diversas materias. Quizá ello pueda contrarrestar las consideraciones siempre presentes de economías de tiempos y de costos que hacen que a menudo la calidad quede sacrificada en el altar de la rentabilidad y el interés editorial.

Referencias citadas

- Camus, Albert. *El extranjero* (trad. de José Ángel Valente). Madrid, Alianza/Emecé, 1999.
- Martínez Amador, Emilio M. *Diccionario gramatical y de dudas del idioma*. Barcelona: Ramón Sopena, 1970; p. 643.
- Marx, Carlos. *El capital – Crítica de la economía política* (trad. de Wenceslao Roces). Vol. I. México, Fondo de Cultura Económica, 1986.
- Moliner, María. *Diccionario de uso del español*. Madrid, Gredos, 1984.
- Quine, W. O. *Los métodos de la lógica* (trad. de Manuel Sacristán). Barcelona, Ariel, 1962.
- Sabato, Ernesto. *Hombres y engranajes. Heterodoxia*. Madrid, Alianza, 1983.
- Calonge, Julio. Sobre la traducción de obras científicas y obras literarias. En: *La traducción: arte y técnica*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia; 1984 (Publicaciones de la Nueva Revista de Enseñanzas Medias, 6).
- Vázquez-Ayora, Gerardo. *Introducción a la traductología*. Washington, DC, Georgetown University School of Languages and Linguistics, 1977.

NOTICIAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

La investigación con células madre embrionarias humanas: cambios en España, Francia, Suiza, California y Wisconsin

[M.A.C.] El gobierno español aprobó el 29 de Octubre el Real Decreto 2132/2004 que establece “los requisitos y procedimientos para solicitar el desarrollo de proyectos de investigación con células troncales obtenidas de preembriones sobrantes”. Este era el último requisito legal para permitir en España la investigación con células madre embrionarias humanas, investigación que, siendo formalmente legal desde la aprobación de la Ley 45/2003 sobre Técnicas de Reproducción Asistida, requería de esta nueva normativa. A partir de ahora se podrá investigar con embriones sobrantes de procesos de fecundación asistida que lleven más de cinco años congelados y que se hayan producido anteriormente a la publicación de la citada ley, pero se habrá de contar con el consentimiento informado de los progenitores. Estos habrán de renunciar a cualquier derecho de naturaleza económica, patrimonial o potestativa sobre los resultados que se deriven directa o indirectamente de las investigaciones. Los proyectos deberán contar con el informe favorable de la Comisión de seguimiento y control de la donación y utilización de células y tejidos humanos, órgano dependiente del Centro Nacional de Trasplantes y Medicina Regenerativa. Además, el equipo investigador se ha de comprometer a la cesión gratuita de las líneas celulares que se obtuvieran para el desarrollo de otros proyectos.¹

El real decreto no es la normativa definitiva y, en palabras de la Ministra de Sanidad, Elena Salgado, no es “óptimo”, al estar sujeto a las limitaciones impuestas por la ley 45/2003 referida más arriba. El gobierno pretende que el año que viene se apruebe la Ley de Investigación Biomédica, que eliminará algunas de las limitaciones y que podría incluir la clonación terapéutica si es el “sentir de la sociedad”.²

España se une así al creciente grupo de países que permiten este tipo de investigaciones, aunque sujetos a distintas limitaciones en cada caso. Por ejemplo, mientras Francia aprobó también muy recientemente un cambio legislativo similar al español, Alemania admite sólo las investigaciones con células madre embrionarias importadas y, en el otro extremo, el Reino Unido permite incluso la clonación terapéutica para la producción de nuevas líneas de células madre. Otros países, como Italia, Portugal, Irlanda y Austria, el llamado Club Católico, prohíben la utilización de embriones humanos en este tipo de investigaciones.² Por su parte, los ciudadanos suizos respaldaron el 28 de Noviembre en referéndum, con el apoyo de dos tercios de los votos, la ley que permite, en condiciones similares a las españolas, la extracción de células madre de embriones humanos sobrantes de tratamientos de fertilización.³ Esta ley prohíbe la clonación terapéutica.

En el caso de EEUU las investigaciones están permitidas, pero su financiación con fondos federales está sujeta a unas pocas líneas celulares preexistentes. Sin embargo, California aprobó en referéndum, con el 59% de los votos afirmativos, la llamada Proposición 71 por la que se destinarán 300 millones de dólares estatales al año durante una década para este tipo de investigaciones.⁴ Los fondos se obtendrán mediante la venta de obligaciones. Este resultado puede tener importantes repercusiones al favorecer en California investigaciones cuya financiación pública es complicada en otros estados. Por ejemplo, puede esperarse que esto lleve a un movimiento de investigadores y empresas hacia California y puede forzar también a otros estados a buscar alternativas a la financiación federal. Este es el caso de Wisconsin, donde los resultados de California parecen haber contribuido a que se consolide un plan plurianual, concebido con anterioridad, para financiar con 750 M\$ este tipo de investigaciones.⁵

Por otro lado, un equipo de investigadores del Hospital de La Paz dirigido por Damián García Olmo está teniendo éxito en el uso de células madre para el tratamiento de fístulas complejas,

¹ B.O.E. 30/10/2004 y 22/11/2003

² El País, 30/10/2004

³ Nature, 2004, 432, 542

⁴ News @ Nature 3/11/2004

⁵ Science, 2004, 306, 1455.

aunque en este caso no se trata de células madre embrionarias, sino extraídas del tejido adiposo del propio paciente. La investigación hace uso de tecnología española desarrollada por la empresa Genetrix, integrada por investigadores procedentes del CSIC. El método permite al parecer curar fístulas que se resisten a otros tratamientos disponibles y a la intervención quirúrgica convencional, requiriendo sólo una operación de 15 minutos con anestesia local.¹

¿El final del Proyecto ITER?

[M.A.C.] Tras largos meses de negociaciones, el proyecto ITER para la construcción de un reactor termonuclear capaz de mantener una reacción de fusión y de generar más potencia de la que consume, se encuentra en un momento crítico que posiblemente suponga el final de la colaboración internacional tal y como se había diseñado. Los seis socios del proyecto han sido incapaces de ponerse de acuerdo acerca de la localización del reactor y la Unión Europea parece dispuesta a cumplir su amenaza de construir el reactor por su cuenta. Como es sabido, los socios están divididos entre los que apoyan la localización en Cadarache, en el Sur de Francia (Unión Europea, China y Rusia) y los que apoyan Rokkasho, en el Norte de Japón (Japón, EEUU y Corea del Sur). Tanto la Unión Europea como Japón han ofrecido incrementar sus aportaciones significativamente y conceder contraprestaciones a la otra parte.

La última reunión del 8 y 9 de Noviembre en Viena finalizó sin acuerdo y la Unión Europea se muestra decidida a romper las negociaciones. El 26 de Noviembre, en una reunión de los ministros de ciencia e industria de los 25 estados miembros se decidió autorizar a la Comisión Europea a abandonar el proceso de selección y acometer el proyecto por su cuenta con tantos socios internacionales como sea posible reclutar, si no se llega pronto a un acuerdo. También se decidió que todos los acuerdos legales para la construcción del reactor deberán estar listos el próximo Junio, por lo que quizá sólo un acuerdo en lo que queda de año permitiría continuar con el proyecto original. Por el momento no hay reacción oficial del gobierno japonés, aunque funcionarios de este país han reaccionado con gran enfado, indicando que con esta decisión la UE pone en peligro no sólo este proyecto sino las reglas básicas de la colaboración internacional.

Puesto que Francia y la UE habían ofrecido subir su aportación económica a un 20% y un 40% del total, respectivamente, mientras que Rusia y China podrían aportar un 10% cada uno, La Unión Europea sólo necesitaría encontrar financiación para el 20% restante. Esta podría venir de nuevos socios (Canadá, Suiza o India) o, en caso contrario, obligaría a ajustar más el presupuesto. Por su parte, el resto de los socios actuales podrían a su vez construir el reactor por su cuenta en Japón.²

Las ciencias sociales y humanas en el olvido

[R.G.V.] Si las ciencias naturales, médicas o el desarrollo tecnológico no tienen siempre el apoyo necesario, es evidente que las ciencias sociales y humanas están un poco más olvidadas. Todo parece indicar que las “sospechas” de los científicos que se dedican a las ciencias sociales y humanas sobre la poca atención que se le presta a estas disciplinas han alcanzado al Comité Consultivo Europeo de Investigación (EURAB). Muy pocas de las recomendaciones que hiciera en enero de 2004³ a la Comisión y a sus preparativos del Séptimo Programa Marco (VII PM) sobre las ciencias humanas y sociales han sido seguidas, como parece constatar el propio EURAB en un informe reciente de cinco páginas⁴ (*Follow-up of Recommendations on “The European Research Area and the Social Sciences and Humanities” of January 2004*), según ha informado el CORDIS⁵.

A las ciencias humanas y sociales no se les ha prestado ninguna atención especial, como demandaba el Comité, ya que estas disciplinas, desechadas como “inútiles” habitualmente por la opinión pública, también lo son, de hecho, por las políticas científicas que se practican. El informe del EURAB llega a afirmar incluso que el ESFRI (Foro Europeo sobre Estrategias Comunitarias en Infraestructuras de Investigación) “ha tomado nota de algunas de las recomendaciones del EURAB,

¹ El País, 9/11/2004

² Nature 2004, 432, 262 y 538; Science 2004, 306, 26 y 1271; News @ Nature, 26/11/2004.

³ <http://europa.eu.int/comm/research/eurab/pdf/recommendations8.pdf>

⁴ http://europa.eu.int/comm/research/eurab/pdf/eurab_04_069_ssh_era_follow-up_rev_030904.pdf

⁵ Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo

aunque se refiere principalmente a las ciencias sociales, mientras que muy poco a las necesidades específicas de las Humanidades”.

El Informe insiste en que "El crecimiento económico y la mejora de la competitividad no constituyen fines en sí mismos y no siempre -o de forma automática- consiguen más y mejores empleos para todos los ciudadanos, una mejor calidad de vida y cohesión social y estabilidad en la Unión Europea de los 25 (...). Todavía no se reconoce el papel fundamental que juegan las Ciencias Sociales y Humanas a la hora de afrontar cuestiones que resultan vitales para el futuro desarrollo de Europa (...). [Muchos] de los problemas a los que se enfrenta actualmente Europa son asuntos que se deben abordar mediante las SSH, por ejemplo la legitimidad de las instituciones europeas, el terrorismo y el patrimonio cultural europeo (...)"

Es deseable que el "Follow-up" tenga más consecuencias que las "Recommendations".

El presupuesto de I+D+i para 2005: incumplimiento de las promesas electorales

[M.A.C.] Cuando el gobierno presentó a finales del pasado mes de Septiembre el proyecto de Presupuestos Generales del Estado (PGE) para el año 2005, el Ministerio de Hacienda colgó en su sitio web un "libro amarillo" en cuyo capítulo 3 se afirmaba que "la política de investigación, excluida defensa crece el 25,4%".¹ Según este documento, el gasto en investigación civil ascendería a 3.641,94 M€ desde los 2.903,77 M€ de 2004. Parecía darse así, a primera vista, cumplimiento a las promesas electorales del PSOE, como inmediatamente se destacó en determinados medios. Sin embargo, enseguida aparecieron las primeras críticas, y la constatación del incumplimiento de las promesas electorales del PSOE en materia de I+D, que consistían fundamentalmente en un incremento del 25% anual en gasto no financiero durante toda la legislatura, *desgajando la fabricación de armamento del gasto en I+D*.

En primer lugar, la Fundació per la Pau,² en su informe sobre la investigación civil y militar en España correspondiente a 2005, denunció que la mayor parte del gasto corresponde a gasto financiero, de manera que el gasto no financiero crece sólo un 6,3%. Además, esta organización denunció la política continuista del gasto en "investigación" militar, que estima entre el 27 y el 33% del gasto total, y que ha venido creciendo desde 1995 hasta situar a España como el segundo país desarrollado que más invierte en este tipo de investigación. Por último, se engloban como gasto en I+D algunas partidas polémicas, como la subvención de cursos de informática para trabajadores, la informatización de la administración o la tramitación de nuevas concesiones de radio y televisión.

Por su parte, el sindicato Comisiones Obreras denunció el incumplimiento de las promesas electorales, calificando la política presupuestaria en I+D como "continuista". Este sindicato, que presentó una enmienda a los PGE en materia de I+D+i,³ calculaba que los gastos no financieros se incrementaban sólo en un 8,8%, de manera que el gasto público real en I+D se mantenía en un 0,27% del PIB, como en los últimos 5 años. Los gastos de personal crecían sólo en un 4,7% ("superando apenas la actualización monetaria y desplazamientos previsibles en las plantillas") y las inversiones crecían menos que en 2004 (8,4 frente a 9,3%). El sindicato, en su enmienda, proponía un incremento de 520.560 € en gasto no financiero respecto a 2004 (336.700 € respecto al proyecto de PGE-2005), detrayendo estas cantidades de los anticipos reembolsables a empresas para el desarrollo de proyectos relacionados con Programas de Defensa.

Algunos de los once científicos biomédicos que habían propuesto un Pacto de Estado por la Ciencia se manifestaron también decepcionados por los presupuestos.⁴ No así Carlos Martínez, firmante de aquella propuesta y ahora Presidente del CSIC, quien en una entrevista en el programa "La Ventana" de la Cadena Ser el día 14 de Octubre calificó los presupuestos de "generosos", a pesar de que el incremento en la financiación del CSIC era, en el borrador, de sólo un 6,7%.

El proyecto de PGE está siendo tramitado en el Parlamento. A su paso por el Congreso de los Diputados se produjeron algunas modificaciones en el capítulo de I+D, con la aceptación parcial de la enmienda presentada por CCOO. Sin embargo, la evaluación final de las modificaciones no está

¹ <http://www.igae.minhac.es/presup/LibroAmarillo05/pdfs/cap03.pdf>

² www.fundacioperlapau.org

³ <http://www.csic.es/asociaciones/ccoo/PGE2005.htm#top>

⁴ El País, 9/10/2004

clara, ya que mientras el sindicato afirma que el presupuesto global del CSIC crece un 10,7%, el presidente del CSIC asegura, en una carta dirigida a los trabajadores del organismo, que se producirá un incremento del 19,2% en la aportación del MEC al CSIC. En el Senado, el proyecto fue vetado con los votos de PP, PNV, BNG y CiU,¹ lo que devuelve los presupuestos al Congreso, donde podría aprobarse definitivamente por mayoría absoluta sin necesidad de introducir nuevos cambios, siempre y cuando el gobierno se asegure de la presencia de todos sus diputados y los de sus socios.

***Pierolapithecus Catalaunicus*: “El Nostre Besavi Pau”**

[M.A.C.] Un equipo del Instituto de Paleontología Miquel Crusafont, dirigido por Salvador Moyà Solà, ha descubierto los restos fósiles de lo que podría ser, o estar próximo a, el último antepasado común del hombre y los grandes monos antropomorfos. El fósil, de entre 12,5 y 13 millones de años (Mioceno Medio), corresponde a un macho de unos 30 kilos al que se ha bautizado como Pau (Pablo y Paz, en catalán) y la nueva especie ha recibido el nombre de *Pierolapithecus Catalaunicus*, en referencia al lugar del hallazgo, cerca de Els Hostalets de Pierola, en Barcelona. El estudio se publicó en la revista *Science*² y se presentó en Barcelona en un acto organizado por el Instituto Crusafont y la American Association for the Advancement of Science, editora de la citada revista.³

Los restos de Pau, 83 huesos o fragmentos identificables, incluyen parte del cráneo con la cara, costillas, varios dientes, cadera, vértebras y huesos de manos y pies y presentan algunos rasgos similares a los de los grandes simios antropomorfos y otros más característicos de los monos pequeños (como los gibones actuales). En particular, el *Pierolapithecus* mantenía una postura erguida, como se deduce del estudio tanto de las vértebras, con una zona lumbar corta y rígida, como de las costillas, que indican un tórax más ancho que el de los monos y comprimido anterioposteriormente, y de los omóplatos, que no se sitúan a los lados del cuerpo sino a lo largo de la espalda. La postura erguida no implica bipedismo, dado que se trata de una especie arborícola. Además, la anatomía facial recuerda a la de los grandes simios actuales y le diferencia tanto de los monos actuales como de simios fósiles más antiguos del Mioceno. Por ejemplo, el hocico es poco pronunciado y las órbitas oculares y fosas nasales están en un mismo plano. Por otro lado, aunque la cadera es flexible, como en los humanos y los simios, la morfología de las manos parece primitiva, lo que indica que el *Pierolapithecus* no tenía la capacidad de balancearse de las ramas de los árboles. Esto, en opinión del equipo investigador, sugiere que las dos formas de locomoción de los grandes simios actuales, trepado y balanceo, se desarrollaron independientemente, de manera que el balanceo se adquirió con posterioridad e independientemente en los distintos miembros de esta clada, en un ejemplo de adaptación convergente.

La consideración del *Pierolapithecus* como un “eslabón perdido”, el último antepasado común de los humanos y los grandes simios antropomorfos (chimpancés, gorilas, bonobos y orangutanes), es complicada debido a la escasez de fósiles de la época, pero concuerda con diversos análisis que indican que esta clada se separó de otros simios y monos en el Mioceno Medio, hace entre 10 y 15 millones de años. No obstante, algunos investigadores lo sitúan en una posición diferente, dentro del árbol evolutivo de la familia de los simios, a la considerada por Moyà y sus colegas: algunos lo consideran más alejado de nosotros, mientras otros lo consideran más moderno y próximo a los humanos. En lo que no hay ninguna duda es en el interés de esta nueva especie, como muestra la expectante acogida recibida por nuestro bisabuelo Pau, bastante bien conservado para su edad.

Revolución en la Investigación de la Evolución Humana: el *Homo Floresiensis*.

[R.G.V.] Un equipo de investigación australiano-indonesio ha recuperado los restos fósiles de una nueva especie del género *homo*, que ha sido denominado *Homo floresiensis*, por la isla de Flores, en la cueva de Liang Bua, donde se han encontrado los restos.

¹ El País, 14/12/2004

² *Science*, 2004, 306, 1339 (ver también comentarios en la página 1273).

³ El País, 19/11/2004.

A pesar de haber superado todos los filtros de la prestigiosa revista *Nature*¹ la comunidad científica queda todavía a la expectativa ante la magnitud de las consecuencias que se derivan del descubrimiento y por la dificultad de interpretación y adjudicación cronológica que presentan los restos antropológicos hallados en excavaciones arqueológicas de períodos tan remotos.

Para empezar, los restos responden a un ser humano de reducidas dimensiones y capacidad craneal igualmente reducida, lo que choca frontalmente con el concepto de la evolución humana que entendía un crecimiento progresivo y continuado del cerebro, la encefalización, que explicaba, a su vez, la capacidad tecnológica y la habilidad del ser humano. Los restos del *Homo floresiensis* han sido hallados junto a instrumental lítico evolucionado, lo que entra en contradicción con la habilidad teórica que se le supondría a juzgar por su capacidad craneal; del mismo modo que entra en contradicción la habilidad de un ser con un cerebro tan reducido con su hallazgo en una isla a la que solo puede haber llegado navegando. Aunque la primera contradicción podría ser resuelta por la dificultad que entraña la datación conjunta de restos líticos (a los que no puede aplicársele el análisis del C¹⁴) y restos óseos cuyas relaciones estratigráficas relativas en períodos tan prolongados de tiempo tampoco son evidentes: podrían no ser coetáneos los restos antropológicos y la industria lítica; la capacidad de navegación del *Homo floresiensis* no plantea menos interrogantes y dificultades de interpretación.

Su presencia en la isla puede ser la causa que explicaría la adaptación de su cerebro (regresiva en cuanto al tamaño aunque no en habilidades) y de su cuerpo a un medio ambiente que también produciría efectos comparables en otras especies, como son los elefantes enanos de la isla. En palabras de Juan Luis Arsuaga² ante el hallazgo, “una disminución de tamaño supone un ahorro de calorías que es beneficioso si la especie se lo puede permitir (...) el cerebro es un órgano muy costoso para la economía del cuerpo y un ahorro por ahí podría estar bien, pero cuesta trabajo creer que un homínido pueda desandar el camino de la encefalización”. Hipótesis que sería la ofrecida por los autores del artículo de *Nature* a la comunidad científica para explicar la presencia de esta especie en la isla y su desarrollo tecnológico.

Otra de las consecuencias que se derivan del hallazgo es la “convivencia” con el *Homo sapiens*, en el planeta y en la propia isla en momentos posteriores -y quizá finales de la especie enana-, lo cual no explicaría en absoluto un trasfondo de realidad a la existencia de leyendas de *hobbits* ni *elfos* como han pretendido algunos periódicos, haciéndose eco de la simpática comparación que algunos de sus descubridores realizan con los restos antropológicos. Si existió el *Homo floresiensis* hace entre 38.000 y 18.000 años, éste se hallaría cronológicamente en el Paleolítico Superior y sus momentos finales coincidirían con el periodo Solutrense, unos 3.200 años anterior a las manifestaciones artísticas de Altamira (y no contemporáneo a la aparición de la agricultura como también ha afirmado algún medio de comunicación). Si desapareció como consecuencia de su encuentro con nuevos pobladores *sapiens* en la isla, es otro de los interrogantes que se plantean los investigadores.

Han aparecido, no obstante, algunas críticas a la investigación, planteándose la posibilidad de que los restos encontrados correspondan en realidad a un hombre moderno peculiar, con un cráneo anormalmente pequeño debido a una deformidad (microcefalia y/o enanismo). Sin embargo, el esqueleto hallado presenta otras características (pelvis, relación entre la longitud de pierna y de brazos) que no corresponderían a un hombre moderno. Más aún, uno de los antropólogos responsable de la investigación original ha declarado a la revista *Science* que han hallado los restos de un total de 7 individuos distintos, todos ellos de tamaño diminuto y todos ellos identificables dentro de la nueva especie.³

Solamente un apunte más, aunque con carácter de *boutade*. En tiempos de corrección política y en los albores del llamado siglo de las mujeres, la comunidad científica debería reflexionar sobre la casualidad de que hallazgos de esta importancia sean femeninos, como así es en el caso que nos ocupa; es el momento de recordar que *Lucy*, la australopithecina descubierta en las gargantas de Olduvai también lo era (el 30 de noviembre de este año se han cumplido 30 de su descubrimiento). Desde estas páginas un postrer homenaje a ambas, la “*mulier*” *habilis* y la “*mulier*” *floresiensis*.

¹ *Nature*, 431, 1087 - 1091 28/10/2004 publicado online: 27/10/2004

² Artículo de opinión de ABC 28/10/2004

³ *Science*, 2004, 306, 1116, 12/11/2004

Fragmentos de una comedia griega inédita y de la Iliada entre 1500 documentos de la colección Roca Puig

[R.G.V.] Parece difícil encontrar en el siglo XXI manuscritos inéditos que aportan nuevas interpretaciones, aunque sean de viejas obras ya conocidas o, incluso, fragmentos de comedias y documentos completamente inéditos. Es lo que ocurría en los últimos días del mes de octubre.

Fruto de una investigación, que está ultimándose y a punto de editarse, de filólogos del CSIC junto a investigadores de la Universidad de Leiden, se dieron a conocer numerosos fragmentos de papiros, pergaminos y documentos de papel procedentes de Oriente y fechables entre los siglos III a.C. y IX de la Era. La colección se dio a conocer el pasado día 26 de octubre según informó El País por parte de los investigadores y los monjes de la abadía benedictina que posee la custodia de los documentos. El conjunto forma parte de la colección legada por Ramón Roca Puig al monasterio y los documentos están escritos en griego y copto, aunque también hay algunas piezas en latín, árabe y demótico.

Los documentos son una miscelánea de orígenes y géneros, pudiéndose encontrar un fragmento del canto XIV de la Iliada, un fragmento del Evangelio de san Mateo (siglo II después de Cristo), un pasaje de una comedia griega que narra la llegada de un barco a una playa, donde se ofrece un sacrificio a los dioses, las actas de un juicio que se celebró ante el prefecto de Alejandría en el año 379 d. C. y el alquiler de un terreno del año 147 a.C. Todos ellos estarán pronto a disposición de la comunidad científica para seguir ampliando los horizontes de la Antigüedad.

Premios Nobel 2004

[M.A.C.] El Premio Nobel de Química de este año ha galardonado el trabajo de A. Ciechanover y A. Hershko del Instituto de Tecnología de Israel en Haifa y de I. Rose de la Universidad de California en Irvine, por su trabajo sobre la eliminación, o mejor dicho reciclado, de proteínas, en el que mostraron cómo la ubiquitina, junto a otras sustancias, marca proteínas para su eliminación y las entrega al proteosoma para la recuperación de sus aminoácidos constituyentes. El Premio Nobel de Física ha recaído en F. Wilczek (MIT), D. Gross (Universidad de California en Santa Barbara) y H.D. Politzer (CalTech) por su descubrimiento de la “libertad asintótica”, una propiedad de la interacción nuclear fuerte (la que une a los quarks) según la cuál la intensidad de esta interacción disminuye a distancias muy cortas, lo que permite entender por qué los quarks sólo se comportan como partículas libres a energías extremadamente altas. Por su parte, R. Axel (Universidad de Columbia) y L.B. Buck (Centro de Investigación del Cáncer F. Hutchinson) han recibido el Nobel de Medicina o Fisiología por sus investigaciones acerca de los receptores del olor, incluyendo su descubrimiento de una gran familia de unos 1000 genes que dan lugar al mismo número de receptores altamente especializados, y de la organización del sistema olfativo desde el nivel molecular al celular. El Premio Nobel de Economía fue concedido a F.E. Kydland (Universidad Carnegie-Mellon) y E.C. Prescott (Universidad del Estado de Arizona) por sus contribuciones a la macroeconomía dinámica, el de Literatura recayó en la austriaca E. Jelinek y el de la Paz en la kenyata W. Maathai por su contribución al desarrollo sostenible, la democracia y la paz.¹

...y los Ig Nobel

El 30 de Septiembre, coincidiendo con el primer debate de las elecciones estadounidenses, se hizo entrega en la Universidad de Harvard de los premios Ig Nobel, los premios a las investigaciones que “primero hacen reír y luego hacen pensar”. La ceremonia, a la que no acudieron ni Bush ni Kerry, debió ser divertida, a juzgar por la declaración de uno de los galardonados, L. Dill, que declaró: “It’s been a gas” (“ha sido guay”).² Precisamente Dill, junto a B. Wilson, R. Batí, M. Whalberg y H. Westerberg, recibió el premio de biología por sus investigaciones acerca del papel de las flatulencias (*vulgo* pedos) en la comunicación de los arenques. El premio de medicina recayó en S. Stack y J. Gundlach por su investigación acerca del efecto de la música country sobre el suicidio, en el que muestran que a mayor número de horas de escucha mayor es la probabilidad de suicidio entre los blancos americanos, probablemente un resultado no completamente inesperado.

¹ <http://nobelprize.org/>

² Nature 2004, 431, 617.

El premio de física ha correspondido a R. Balasubramaniam y M. Turvey por sus estudios acerca de la dinámica del hula-hoop. El de química ha sido para la Compañía Coca-Cola, por su uso de avanzada tecnología para convertir agua del Támesis en Dasani, una forma transparente de agua que por razones de precaución ha sido retirada del mercado. El premio de literatura lo ha recibido la American Nudist Research Library, por preservar la historia del nudismo para que todo el mundo pueda verla. El de economía ha sido para el Vaticano, por su subcontratación de rezos a la India (al parecer, debido a la escasez de clérigos en EEUU y otros países desarrollados). El Ig Nobel de la paz ha recaído, sorprendentemente para algunos, en D. Inoue por inventar el karaoke, “proporcionando así una manera enteramente nuevo de que la gente aprenda a tolerarse unos a otros”. Otros premios Ig Nobel y más información acerca de los premiados, de sus trabajos y de la ceremonia de entrega en internet.¹

Acceso libre a la literatura científica: unas de cal y otras de arena

[M.A.C.] El gobierno británico ha rechazado las recomendaciones del Comité de Ciencia y Tecnología de la Cámara de los Comunes, que había propuesto que se implementase un sistema de acceso libre y universal a las publicaciones resultantes de investigaciones desarrolladas con fondos públicos británicos (ver el número anterior de Apuntes).² El comité recomendaba, además, que las agencias británicas de financiación proporcionasen a los investigadores un dinero adicional para cubrir los costes de publicación. Según el gobierno, no se ha demostrado que un sistema en el que el autor pague la publicación y la deposite en un sitio de acceso libre proporcione mejores resultados que el sistema actual. Además, considera que el gobierno no debe de intervenir a favor de un modelo u otro. Por su parte, el comité pretende seguir promoviendo un sistema de acceso libre y acusa al gobierno de haberse plegado a las exigencias de las editoriales.

Por otro lado, la Wellcome Trust, el mayor financiador británico de proyectos de investigación básica en biomedicina, ha anunciado que exigirá que los artículos resultantes de investigaciones financiadas por esta fundación se depositen en un archivo público a los 6 meses de su publicación. Además, la Wellcome Trust está discutiendo la posibilidad de desarrollar una versión europea de PubMed Central, el archivo americano de artículos de acceso libre. La fundación aportará entre el 1 y el 2% de su presupuesto (400 M£ anuales) para cubrir los costes de archivo digital.²⁴

Por su parte, los National Institute of Health (NIH) de EEUU han reafirmado su propósito de solicitar a los investigadores que reciban sus fondos que depositen sus artículos en PubMed Central dentro de los seis meses siguientes a la publicación. El análisis inicial de una encuesta de esta institución sugiere que los investigadores individuales, bibliotecarios, profesores y organizaciones de defensa de los pacientes apoyan mayoritariamente la medida, mientras que numerosas sociedades profesionales y editoriales muestran sus recelos o se manifiestan abiertamente en contra.³ El director de los NIH, E. A. Zerhouni, ha explicado recientemente en qué consiste la propuesta y cómo puede afectar a investigadores, editoriales y público, haciendo notar que en la actualidad los NIH gastan al año más de 30 M\$ para sufragar en parte los costes de publicación, además de una gran cantidad de dinero adicional en ayudas a bibliotecas para suscripciones científicas.⁴ Zerhouni aclara que los planes de los NIH, al contrario de los de Wellcome Trust, no suponen una obligación para autores y editores, simplemente se solicita el depósito, pero no se obliga a ello. Sin embargo, algunos consideran que el apoyo claro de los NIH a los sistemas de acceso libre puede forzar a los autores a aceptar esta solicitud, lo que a su vez restringiría el abanico de revistas en las que poder publicar, ya que la mayoría de editoriales privadas, y muchas sociedades profesionales, no permiten el depósito de sus artículos en condiciones de acceso libre.

Por último, ya está disponible en internet la revista PLoS Medicine,⁵ la revista médica de acceso libre del proyecto Public Library of Science, que ya publicaba desde el año pasado PloS Biology y que pretende lanzar varias revistas nuevas en 2005.

¹ <http://www.improb.com/ig/ig-pastwinners.html#ig2004>

² Science 2004, 306, 1115; Nature 2004, 306,1115.

³ Nature 2004, 432, 424; Science 2004, 306, 1451.

⁴ Science 2004, 306,1895.

⁵ <http://medicine.plosjournals.org/perlserv/?request=index-html>

Publicación de *Introducción a la Astronomía y la Geografía de Jerónimo Muñoz* por el Consejo Valenciano de Cultura

[R.G.V.] La labor de este órgano CVC¹ consultivo de la Generalitat Valenciana, presidido actualmente por Santiago Grisolia, no se limita a su función innata (el asesoramiento cultural) sino que desde su creación se dedica a la divulgación cultural y patrimonial con un par de centenares de libros editados.

El pasado 3 de noviembre el CVC presentó cinco nuevas publicaciones. La obra del poeta republicano Juan Miguel Romà, el volumen dedicado a los *Monumentos desaparecidos de la Comunidad Valenciana. Alicante*; colección que se verá pronto finalizada con el volumen dedicado a Castellón, y, dos libros que recuperan sendos episodios de la historia de la ciencia. El primero es el *Homenaje* al paleontólogo Royo Gómez, descubridor de los primeros yacimientos de fósiles de dinosaurios en España y posteriormente, tras el exilio forzoso de 1939, catedrático en Venezuela. El segundo, se trata de la publicación del manuscrito inédito hasta hoy *Introducción a la Astronomía y la Geografía* de Jerónimo Muñoz (ca. 1520-ca. 1591) en una cuidada edición de Víctor Navarro Brotons.

La primera obra de Muñoz fue un tratado de aritmética, titulado *Institutiones Arithmeticae ad percipiendam Astrologiam et Mathematicas facultates necessariae*; texto concebido para la docencia que proporciona los conocimientos de aritmética aplicados a los cálculos astronómicos. Su segunda y más importante obra publicada es el *Libro del nuevo cometa*. Según la web Madri+d², “se trata de una investigación acerca de la “nova” de 1572, identificada por los astrónomos del siglo XX como una supernova de tipo I. Como es sabido, esta estrella, así como los trabajos y problemas a que dio lugar, marcan una importante etapa en el proceso de abandono de la cosmología aristotélica y medieval, y en la progresiva sustitución de ésta por la idea de un Universo infinito -o indefinido- de la Física y la Astronomía modernas; en este contexto, las observaciones de Muñoz fueron de las más tempranas y exactas publicadas en Europa. El astrónomo valenciano escribió su obra a petición de Felipe II, con el propósito explícito de demostrar que la “nova” estaba situada en la esfera celeste y que, por lo tanto, en ésta se producían alteraciones y cambios frente a lo que suponía la doctrina aristotélica tradicional”.

El autor, al conocer la reacción de teólogos y profesores tras la edición del *Libro del nuevo cometa*, decidió “vivir en la oscuridad” según declaró el editor Víctor Navarro Brotons a Levante-EMV³ y sus manuscritos circularon entre un reducido círculo de discípulos, retiro al que pudo contribuir la actual sospecha sobre el origen converso del que también fuera catedrático de Hebreo en la Universidad de Valencia (entre 1565 y 1578). El *Consell Valencià de Cultura* ha contribuido a dar luz al voluntario y oscuro retiro de este científico valenciano.

BREVES

Informe PISA 2003: España a la cola, también en educación

La OCDE presentó a principios de diciembre los primeros resultados de su segundo informe trienal sobre la educación secundaria en los países desarrollados.⁴ El estudio, basado en 275.000 pruebas directas a alumnos de 15 años de 40 países, sitúa a España en los últimos puestos por nivel de conocimientos de sus estudiantes, que no alcanzan la media en matemáticas, ciencia y lectura. En los primeros puestos de la clasificación están Finlandia, Corea del Sur y Japón. El 23% de los estudiantes españoles de 15 años no alcanzan el nivel mínimo en matemáticas, lo que supone además un retroceso respecto del informe anterior, correspondiente a 2000, en el que la cifra fue del 20%. Además, sólo un 1% alcanzó la mejor calificación, cuando la media de la OCDE es el 4%. En lectura, el 21% no alcanza el nivel básico de lectura y comprensión de textos. Según el Ministerio de Educación los resultados son aproximadamente los que corresponde esperar en función de la situación económica y cultural de su población.⁵

¹ <http://cvc.gva.es/>

² http://www.madrimasd.org/culturaCientifica/patrimonio/personajes/jeronimo_munioz/default.asp

³ Levante-El Mercantil Valenciano 3/11/2004

⁴ <http://www.oecd.org/dataoecd/1/60/34002216.pdf>

⁵ El País 7/12/2004 y 8/12/2004

Borrador de Real Decreto de Habilitación

Según información difundida por el sindicato CCOO (Hoja del Lunes 302, 18/10/2004), el Ministerio de Educación ha remitido a la Conferencia de Rectores (CRUE) y a los sindicatos un borrador de Real Decreto por el que se modificaría las pruebas de habilitación. Al parecer, el nuevo R.D. pretende sólo correcciones que no obliguen a cambiar la LOU en este momento. Las modificaciones incluyen: celebración de una única prueba anual; posibilidad de participar con un título oficial extranjero aunque no esté homologado; renuncia a la presencia física de los concursantes; el trabajo de investigación no tiene por qué ser inédito ni el concursante ha de figurar como director del grupo. Se mantendría la limitación del número de habilitados.

Concurso “Jóvenes científicos” de la Unión Europea o los “sub-20” de la ciencia

Según informó el periódico El País¹ durante la semana que daba comienzo el mes de octubre se libraron los premios para científicos menores de 20 años en la ciudad de Dublín. La Unión Europea concedió tres premios a la imaginación y creatividad, premiándose “detectores ultrasónicos para la cromatografía de gases..., nuevos y mejores métodos para sintetizar las sustancias precursoras del Prozac o para fabricar micrófonos” de entre los 74 proyectos presentados por un total de 105 jóvenes de 34 países participantes.

Google Scholar: un buscador académico

A mediados de Noviembre Google ha lanzado la versión beta (en pruebas) de un motor de búsqueda gratuito para localizar en internet artículos científicos, libros, tesis, preprints e informes técnicos en cualquier área de investigación. Los resultados se ordenan según su importancia, en función del número de citas, que son analizadas automáticamente.² En el momento actual, el análisis de citas parece menos potente que el de ISI Web of Knowledge (<http://go5.isiknowledge.com/portal.cgi>) quizá debido a que el sistema requiere la colaboración de los editores de revistas científicas (<http://scholar.google.com>).

Una prometedora vacuna contra la malaria

Un equipo internacional dirigido por el español Pedro Alonso, del Hospital Clínico de Barcelona, ha ensayado con éxito una vacuna contra la malaria. El proyecto contó con financiación tanto pública, entre otros del gobierno español, como privada (Glaxo SmithKline y Bill and Melinda Gates Foundation). La vacuna contiene la versión artificial de una proteína existente en la cubierta del parásito causante de la malaria, *Plasmodium falciparum*, durante las primeras fases de la infección. Esta proteína desencadenaría la respuesta del sistema inmunológico del paciente. Aunque la vacuna se había probado anteriormente en adultos, con escaso éxito, los resultados de este ensayo clínico en unos 2000 niños de Mozambique de entre 1 y 4 años son alentadores: el riesgo de episodios severos se redujo en un 58% y el de fiebre o cualquier otro síntoma de enfermedad en un 30%. Cada año muere al menos un millón de niños de malaria, fundamentalmente en Africa.³

Muere Maurice Wilkins

Maurice Wilkins, ganador junto a Watson y Crick del Premio Nobel de 1962 por la estructura del ADN, murió en Octubre a los 88 años de edad.⁴ Físico de formación, Wilkins trabajó en el Proyecto Manhattan antes de dedicarse a la biofísica y estudiar con Rosalind Franklin la difracción de rayos X del ADN, siendo el primero en reconocer que su estructura debía ser helicoidal. Tras la propuesta de Watson y Crick del modelo de doble hélice, Wilkins y sus colegas en King's College London trabajaron los siguientes años recogiendo evidencia experimental y refinando los detalles de la estructura. Después, Wilkins trabajó en neurobiología y se preocupó por el mal uso de la ciencia, siendo el primer presidente de la British Society for Social Responsibility in Science y convirtiéndose en un activista contra la proliferación de armamento. El año pasado publicó sus memorias: *The Third Man of the Double Helix*.

¹ El País, 10/10/2004

² News @ Nature, 18/11/2004

³ El País 15/12/2004; News @ Nature 15/12/2004.

⁴ Science 2004, 306, 403; Nature 2004, 431, 922.

Fusión Fría: ¿Todavía a debate?

En 1989 S. Pons y M. Fleischmann, de la Universidad de UTA, anunciaron en rueda de prensa que habían descubierto la fusión fría: según ellos, al pasar una corriente eléctrica entre dos electrodos de platino separados con agua deuterada se producía una reacción de fusión pequeña pero detectable. El hallazgo habría supuesto una revolución en la producción de energía, al permitir supuestamente la fusión nuclear controlada. Sin embargo, sus experimentos fueron rápidamente rebatidos por numerosos científicos que apuntaron errores experimentales, al tiempo que algunos otros afirmaban haber confirmado las mediciones. El año pasado, y ante la insistencia de algunos de estos científicos, el Secretario de Energía de EEUU encargó la revisión de las investigaciones por parte de un panel científico de 18 miembros. El 1 de diciembre el panel hizo públicas sus conclusiones: los resultados son curiosos pero no convincentes y el panel se mostró dividido a la par entre los que creen que la reacción produjo energía y los que creen que no. En todo caso, los miembros del panel están de acuerdo en que buena parte de los resultados publicados estaban mal documentados y han recomendado casi por unanimidad al departamento americano de energía que financie proyectos bien planificados sobre este tema.¹

Joan Massagué, premio Príncipe de Asturias

El español Joan Massagué, el británico Tony Hunter, y los estadounidenses Judah Folkman, Bert Vogelstein y Robert Weinberg han sido galardonados con el Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica 2004, por sus investigaciones sobre el cáncer. Massagué, que trabaja en el Memorial Sloan-Kettering Cancer Center de Nueva York, es el investigador español más citado del mundo, con una media de más de 200 citas por artículo. Entre sus investigaciones destacan el estudio de receptores críticos para el control de la proliferación celular y el estudio de los mecanismos de la metástasis. Unos días antes de recoger el premio, Massagué hizo unas duras declaraciones acerca de los presupuestos de I+D para el próximo año, que en su opinión desacreditan y ponen en evidencia al gobierno.²

María Blasco, medalla de Oro de la EMBO

La European Molecular Biology Organization, EMBO, ha concedido su Medalla de Oro 2004 a la española María Blasco, directora del Programa de Oncología Molecular del Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas de Madrid. Esta medalla se concede anualmente a jóvenes investigadores por trabajos de investigación excepcionales realizados en Europa. Blasco, de 39 años, es la tercera mujer que recibe la medalla, y el único galardonado de nacionalidad española. El premio se le ha concedido por sus investigaciones sobre los telómeros y la enzima que los controla, la telomerasa, que han tenido gran importancia y repercusión en la investigación del cáncer.

¹ News @ Nature, 2/12/2004.

² El País, 20/10/2004.

ARTÍCULOS

Los logros inesperados de la era del genoma

Arcadi Navarro*

*Departament de Ciències Experimentals i de la salut, Universitat Pompeu Fabra
Dr. Aiguader, 80, 08003 Barcelona.*

Corr-ele: arcadi.navarro@upf.edu

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

© 2004 AACTE

La genómica es la ciencia del momento. La opinión pública espera que los resultados socio-sanitarios de su aplicación sean colosales y permitan desde prevenir enfermedades por el momento inexpugnables a los ataques de la medicina, hasta solucionar el hambre en el mundo. Mientras arrecia el fragor de los medios de comunicación, la genómica se enriquece y avanza generando un cuerpo enorme de conocimiento que nos acerca a cuestiones cruciales, quizás de menor impacto social, pero no de menor relevancia científica. Después de una breve mirada general a la genómica, discutiremos una de estas cuestiones: los orígenes y la naturaleza de la especie humana. ¿Qué nos cuenta la genómica sobre quienes somos?

Introducción: la era del genoma.

Las tendencias en el vestir o los gustos musicales cambian con el tiempo. De manera análoga, a cada época corresponde una ciencia "de moda". En paralelo a los avances científico-técnicos de mayor relevancia, surgen corrientes de opinión que los apoyan, estudios sociológicos que advierten sobre sus funestas consecuencias, legisladores que pretenden regularlos, sectas que los sacralizan y, naturalmente, expresiones artísticas que los exageran y dramatizan, en ocasiones con notable éxito económico.

Las espectaculares explosiones que marcaron el fin de la Segunda Guerra Mundial, por ejemplo, trajeron consigo la *era nuclear*. *Godzilla* o el *Increíble Hombre Menguante* pertenecen a un periodo en que la opinión pública estaba convencida de que la radioactividad generaría monstruos indestructibles, o de que, a corto plazo, los electrodomésticos serían impulsados por minúsculas plantas nucleares que cada uno tendría en el sótano de su casa. El propio Salvador Dalí tiene un "Período Nuclear" al que pertenecen obras como "Idilio atómico y uránico melancólico", de 1945.

El primer alunizaje a fines de los sesenta y los ordenadores personales que poblaron nuestros escritorios en los ochenta dieron lugar,

respectivamente, a la *era espacial* y la *era informática*. Antes de que concluyera el siglo XX todos íbamos a poder viajar como turistas a las colonias lunares y durante el viaje sostenríamos una amable conversación con nuestro inteligentísimo ordenador de bolsillo. Quizás el ejemplo más reciente y cercano de los efectos sociales de una ciencia de moda se produjera a finales de los noventa cuando, entusiasmados por la pujanza de *Internet*, un gran número de pequeños inversores se lanzó a colocar sus ahorros en empresas ".com", con el lamentable resultado que todos conocemos.

Pues bien: hoy vivimos el momento álgido de la *era del genoma* (o, si lo prefiere el lector, la *era de la genómica*). Los síntomas son diáfanos: los descubrimientos de mayor impacto mediático tienen que ver con la secuenciación de genomas completos; las discusiones académicas sobre el número de genes de tal o cual organismo son seguidas con avidez por el público; y aparecen regularmente nuevos mitos y formas de arte (prueben a buscar "genomics" y "art" en Google y se sorprenderán navegando entre las más de 400.000 entradas). Pero, sobre todo, hay cambios sutiles en los iconos culturales del siglo XX que remarcan la relevancia de la nueva moda. El título oficioso de "Ciencia del Momento" pasó de la física atómica a la genómica en el instante en que Stan Lee, pro-

* Socio de la AACTE

pietario de los derechos de *Spiderman*, decidió alterar su historia y contar que Peter Parker no había sido picado por una araña radioactiva, sino -atención- por una araña *transgénica*.

¿Qué es la genómica?

Una de las consecuencias de que una ciencia se ponga de moda es que la ciencia en cuestión adquiere una dinámica propia que hace de su definición un asunto difícil. Muchos de quienes antes daban consejo genético o investigaban en biología molecular, genética de poblaciones, biodiversidad, mejora animal o evolución cromosómica, por poner sólo unos ejemplos, descubren de pronto (para la sorpresa de las agencias financiadoras) que lo que hacen es algún tipo de genómica. De hecho, el nombre de "genómica" ha tenido tanto éxito que se ha desatado una carrera para añadir el sufijo "-ómica" a cualquier ciencia biológica, desde la proteómica a la nutriómica, pasando por la metabolómica o la degradómica.

A tenor de la nueva moda, aparecen de continuo nuevas aproximaciones que enriquecen el acervo de lo que puede llamarse genómica. Poco a poco, el joven árbol va adquiriendo nuevos brotes. La genómica, pues, no consiste en un único tema, ni siquiera en un conjunto de tecnologías. Quizás sólo pueda definirse la genómica recurriendo al mínimo común denominador de todos esos elementos. Desde ese punto de vista, **la genómica es el estudio de la composición, estructura y función del material genético de los organismos vivos**. No sólo de sus genes, sino de todo aquel material que se transmite de generación en generación.

La genómica comprende un amplio abanico de disciplinas científicas, aproximaciones y tecnologías, pero es más que la mera suma de todas ellas. La genómica no es únicamente la intersección de biología, bioquímica o biomedicina. Ni siquiera lo es si añadimos la genética al conjunto, puesto que ya hace décadas que la multidisciplinariedad viene dando sus frutos. La mayor diferencia entre la genómica y las aproximaciones convencionales a los genomas estriba en su escala. Antes del advenimiento de la genómica estábamos limitados al estudio de pequeños fragmentos del genoma de uno o unos pocos organismos. En la era genómica, en contraste, podemos estudiar simultáneamente los genomas completos de multitud de organismos diferentes o de individuos de la misma especie. En este sentido, otra característica di-

ferenciadora de la genómica es su necesidad de grandes capacidades computacionales y su interdependencia con otra ciencia de moda: la bioinformática.

Las promesas de la genómica

A pesar de este común denominador, las considerables aplicaciones biomédicas de la genómica generan una cierta parcialidad en su definición, no sólo por parte de los medios de comunicación sino por la de algunos de sus practicantes. Así, hay investigadores que no tienen reparo en afirmar que "La genómica es la combinación de la investigación genética y la medicina para la producción de resultados aplicables a la salud humana" (ver, por ejemplo, la web del de la Northwestern University en Chicago, USA *Center for Genetic Medicine* <http://www.cgm.northwestern.edu>). Naturalmente, la genómica es mucho más de lo que esta estrecha visión pretende, pero parece claro que sus aplicaciones socio-sanitarias son las más relevantes para la opinión pública.

La importancia arrolladora de las aplicaciones más sociales de la genómica pudo comprobarse entre el 30 de agosto y el 1 de septiembre de 2004. En esas fechas, la *Netherlands Genomics Initiative* organizó, bajo los auspicios de instituciones como la Presidencia de la UE, la OMS y la UNESCO, un *simposium* bautizado como "Genomics Momentum 2004". El lema y las aspiraciones de este encuentro merecen reproducirse en su totalidad:

"Gone are the days when the promises of genomics were theoretical and far away. Today, genomics is real. It offers real solutions to world problems and it poses real dilemmas. Its vast potential makes it easy to lose focus on what genomics should be used for. Through presentations by internationally recognized speakers and active participation and networking, the event aims to identify key economic, environmental and philosophical implications for the global issues of the aging world, the hungry world, the sustainable world and the moving (migrating) world."

Así pues, la genómica promete solventar temas tan importantes como la creciente senectud de las sociedades occidentales, desvelando los mecanismos genéticos del envejecimiento, y el hambre en el mundo, facilitando la producción de más y mejores cosechas. También se esperan de la genómica contribuciones al desarrollo sostenible, mediante el estudio de la

biodiversidad o el desarrollo de nuevos métodos para la limpieza del medio natural, y respuestas a problemas judiciales como la determinación de perfiles físicos (color de ojos y pelo) o incluso la asignación *racial* de una muestra de sangre hallada en el escenario de un crimen.

Nadie discute la importancia de la investigación sobre enfermedades complejas o sobre la genética del envejecimiento, pero muchos de los otros temas que conciernen a la genómica están cargados de polémica. Por poner sólo dos ejemplos, el debate sobre los organismos transgénicos parece no tener fin y la conveniencia de la incorporación de los perfiles genéticos de convictos o sospechosos a los bancos de ADN está aun por determinarse. Hay, sin embargo, aspectos de la genómica que, alejados del gran público y sin levantar tantas ampollas, constituyen avances de primera magnitud. Me refiero a las viejas cuestiones sobre quiénes somos los humanos, sobre cuáles son nuestras capacidades, nuestra posición en el universo y nuestra verdadera naturaleza. En estas cuestiones me centraré a continuación.

La posición de los humanos en el reino animal

Desde que las herramientas genéticas adecuadas estuvieron disponibles, las relaciones filogenéticas de los humanos con el resto de los primates fueron objeto de escrutinio. La clasificación basada en las apariencias físicas arrojaba resultados contradictorios. Por ejemplo, los orangutanes y los humanos pueden tener bigotes y barbas bien desarrollados, mientras que chimpancés y gorilas carecen de ellos, lo que para algunos indicaba que los orangutanes eran el antropoide más cercano a nuestra especie (Este tipo de caracteres se explica hoy por evolución convergente o por la pérdida de determinadas características en los linajes de chimpancés y gorilas). El estudio de algunos genes individuales tampoco había sido concluyente. Las distintas tasas de evolución de cada gen tomado separadamente hacían que, en algunos casos, la rama que llevaba a los gorilas se separara del linaje humano antes que la que llevaba a los chimpancés, mientras que en otros estudios la primera rama en separarse era la humana. Tan sólo una aproximación genómica permitió dilucidar que los chimpancés (*Pan troglodytes*) son la especie viva más cercana a los humanos [1], (junto con los *Pan paniscus*, bonobos o chimpancés enanos).

La comparación de las secuencias de ADN de los distintos antropoides permite incluso poner fechas a las sucesivas separaciones de nuestros respectivos linajes. Tomando medidas bien conocidas de las frecuencias de mutación en un tipo concreto de organismos, pueden contarse las diferencias entre las secuencias de dos organismos distintos y estimar a continuación cuánto tiempo se podría haber tardado en producirlas desde un ancestro común, que se supone idéntico. Los detalles técnicos de lo que se conoce como el "reloj molecular" son complejos, pero las horas que marca son perfectamente legibles. Se estima que la divergencia de humanos y chimpancés se produjo hace cinco o seis millones de años; hace siete u ocho millones la de los gorilas y hace aproximadamente doce millones la de los orangutanes.

El resultado más sorprendente de las primeras investigaciones de genómica comparada entre humanos y chimpancés fue medir las escasas diferencias que nos separan de nuestros primos evolutivos. A la espera de la medida exacta que nos proporcionará la publicación del genoma completo del chimpancé, hoy se estiman las diferencias entre humanos y chimpancés en un 1,24% de los nucleótidos [2], aunque hay aproximadamente un 5% de diferencias si uno tiene en cuenta inserciones y pérdidas de pequeños fragmentos de ADN [3, 4]. Estamos hablando de unos 30 millones de nucleótidos distintos, lo que da mucho de sí, pero el hecho de que las diferencias porcentuales sean tan escasas ha llevado a algunos autores a proponer una reclasificación de los chimpancés situándolos en nuestro mismo género como *Homo troglodytes* [5].

Los orígenes de la humanidad actual

Otro de los debates científicos relacionados con la evolución humana que la genómica está contribuyendo a resolver es el del origen de los humanos anatómicamente modernos. Durante años, paleoantropólogos, arqueólogos y genéticos se decantaron (en proporciones variables) por una de las dos hipótesis sobre el origen de esos humanos cuya anatomía y comportamiento eran ya idénticos a los nuestros. Estas dos hipótesis se denominan multi-regionalista (o "en candelabro") y de sustitución (o "*Out of Africa*"). La primera, defendida principalmente por los paleoantropólogos, muy especialmente por M. Wolpoff [6, 7], sostiene que, después de la salida de *Homo erectus* de África, hace aproximadamente 1,5 - 2 millones

de años, las poblaciones de humanos del Viejo Mundo evolucionaron en paralelo hacia las formas actuales, pasando por formas intermedias como los neandertales en Europa. Esta evolución paralela habría sido sincronizada por la migración y por la difusión de las características morfológicas favorecidas por la selección natural. En la interpretación que los multirregionalistas hacen del registro fósil, en los europeos actuales hay características típicas de los neandertales, mientras que en los asiáticos, y sólo en estos, perviven rastros morfológicos típicos de los *Homo erectus* asiáticos. Uno de los corolarios de esta hipótesis (y, por tanto, uno de los medios para verificarla) es que la genealogía de los genes humanos debería remontarse a entre 1,5 y 2 millones de años que es cuando, según la teoría multirregionalista, vivió la última población ancestral de toda la humanidad actual. En otras palabras, entre humanos de continentes distintos, debería haber aproximadamente un tercio de las diferencias que nos separan de los chimpancés.

Por otra parte, la teoría de sustitución postula que el origen de los humanos modernos es mucho más reciente, remontándose a apenas 150.000 - 200.000 años. Durante ese período, los primeros humanos modernos (*Homo sapiens sapiens*) habrían hecho su aparición en África, desde donde, hace unos 50.000 o 60.000 años, se extendieron al resto del Viejo Mundo reemplazando a los humanos arcaicos que habitaban sus nuevos territorios (*Homo sapiens neanderthalensis* en Europa y *Homo erectus* en Asia Oriental). Al cabo de un tiempo, estos humanos colonizarían también Oceanía y las Américas. La teoría de la sustitución, por tanto, sostiene que la genealogía de los genes humanos es mucho más reciente y que toda la humanidad tiene ancestros comunes hace 150.000 años.

Basándose en técnicas similares a las del reloj molecular anteriormente mencionado, los primeros estudios de variabilidad del ADN humano parecían inclinarse hacia ancestros comunes muy recientes. Ya en tiempos en que no era posible la secuenciación masiva, ni la tecnología que permite la ampliación de pequeñas cantidades de ADN, la PCR (*Polymerase Chain Reaction*), estaba disponible, R. Cann y colaboradores [8] analizaron la diversidad en dianas de enzimas de restricción (RFLPs) del ADN mitocondrial (mtDNA) en individuos de procedencia geográfica diversa. El ADN mitocondrial se halla en las mitocondrias, orgánulos

presentes en todas nuestras células y encargados de la producción de energía. Contienen ADN porque son los descendientes de antiguas bacterias que entraron en simbiosis con otros procariotas para dar lugar a la célula eucariota. El mtDNA posee características que lo hacen muy adecuado para este tipo de estudios: es de herencia exclusivamente materna y no presenta apenas recombinación (es decir, el material genético no se mezcla en cada generación), con lo que pueden seguirse los linajes hasta un antepasado común; su frecuencia de mutación es mucho mayor que la del ADN nuclear, lo que lo hace más polimórfico y disminuye la longitud de los fragmentos a estudiar para contar diferencias entre individuos; y, finalmente, hay miles de copias del mtDNA en cada célula, con lo que se facilita la obtención de muestras. El estudio de R. Cann, amén de tiempos de separación recientes entre humanos, mostraba que entre los africanos analizados había niveles de diversidad interna mucho mayores que los del resto de poblaciones y que, al reconstruir la genealogía de las secuencias, las más basales eran las africanas. La publicación de este artículo causó un gran impacto, que algún lector recordará, puesto que los medios de comunicación lo interpretaron como que todos los humanos modernos somos descendientes de una sola mujer africana, apodada "Eva Mitocondrial". En el ámbito científico surgieron varias críticas: muchos de los individuos africanos analizados eran, en realidad, afroamericanos y los RFLPs contienen mucha menos información que las secuencias completas de ADN, que no habían sido examinadas.

A pesar de tales críticas, estudios posteriores, que en muchos casos ya hacían uso de herramientas genómicas que permitían el análisis masivo de secuencias mitocondriales o nucleares, confirmaron los resultados [9]. Nuestra genealogía como especie es tan reciente que sólo es compatible con la hipótesis de la sustitución. Los ancestros comunes de todos los humanos vivos surgieron en África hace, aproximadamente, 150.000 años. Las diferencias genéticas entre humanos son aproximadamente de un 0,1%, un orden de magnitud menores de las que nos separan de los chimpancés, lo que indica que dos humanos cualesquiera son idénticos en un 99,9%. Entre dos humanos distintos, sin embargo, hay aproximadamente tres millones de diferencias nucleotídicas. Aunque existe una cierta estructuración continental, ésta sólo afecta a un 10-15% de la diversidad global

[9-12]. Este tan cercano parentesco entre todos los humanos no implica que exista una única mujer de la que todos descendamos. El material genético que cada uno recibe de sus progenitores se mezcla por recombinación en nuestros organismos para dar lugar a la generación siguiente. Ciertamente, el mtDNA apenas recombina y, por tanto, puede trazarse una genealogía hasta un único individuo. Ahora bien, el resto de nuestros genomas procede de muchos individuos distintos que no son necesariamente contemporáneos de nuestra antepasada mitocondrial. Hay fragmentos de nuestro genoma que tienen genealogías mucho más antiguas, algunos remontándose hasta hace más de 700.000 años. Hay incluso algunas excepciones sorprendentes, como algunos polimorfismos de los genes que codifican para nuestro sistema inmune, cuyo origen antiquísimo es anterior a la separación de humanos y chimpancés. Una de las mayores implicaciones de estos resultados fue la confirmación de que el viejo concepto de "raza", aplicado a los humanos, era erróneo. Las diferencias genéticas entre individuos africanos son mayores que las diferencias entre individuos de cualquier otra "raza", aunque exista una correlación muy visual entre algunas diferencias genéticas que tienen una traducción en el color de la piel y el origen continental de un individuo.

En cuanto a los orígenes de nuestro linaje, los descubrimientos más espectaculares de los últimos años están relacionados con la obtención de ADN de fósiles neandertales. En trabajos técnicamente muy costosos [13,14] se han podido secuenciar fragmentos del mtDNA de varios restos neandertales. Los análisis arrojan que el tiempo de divergencia entre las secuencias neandertales y las de la humanidad actual es cuatro veces mayor que el de las secuencias de nuestra especie entre ellas, lo que sugiere que los neandertales no son nuestros antepasados. Según indican los datos actuales, mientras nuestros ancestros, los humanos anatómicamente modernos, avanzaban inexorablemente por Europa, no hubo intercambio genético entre éstos y los neandertales [14]. Naturalmente, esta visión puede cambiar si se obtienen nuevas muestras y, desde luego, nuevas sorpresas surgen continuamente. Sin ir más lejos, el hallazgo de los restos de 18.000 años de edad humanos arcaicos de proporciones minúsculas en la indonésica isla de Flores, el llamado *Homo floresiensis*, ha dado lugar a una carrera entre expertos para hacerse con el ADN que pudieran contener esos restos.

Los orígenes de las poblaciones mundiales

Una vez establecido que nuestros orígenes se remontan a grupos humanos que aparecieron en África hace unos 150.000 años, y que hace 50.000 o 60.000 años empezaron a extenderse por el resto del mundo, quedan muchas preguntas por responder, especialmente en lo que se refiere a la demografía de los primeros humanos modernos. ¿Cuántos hubo? En la enormidad de África ¿Podemos distinguir su origen geográfico? ¿Qué pautas de sustitución de poblaciones arcaicas o, en su caso, de colonización de nuevas tierras se produjeron?

En cuanto a la cantidad de individuos que salieron de África la respuesta es compleja. La difícil historia de nuestros antepasados, salpicada de expansiones poblacionales, pero también de plagas y de grandes catástrofes climáticas, como las glaciaciones, sólo nos permite usar la diversidad genómica humana para calcular nuestro tamaño efectivo de población. Este sería el tamaño que tendría una población con nuestra misma diversidad genética (el 0,01% que hemos mencionado arriba) pero que hubiera permanecido constante en tiempo y en una única localización geográfica. Los estudios más recientes [12, 15, 16] coinciden en señalar que, durante el Pleistoceno, se produjo una gran reducción de la población humana, con una posterior y rápida expansión que la hizo pasar de unos pocos miles a aproximadamente 70.000 individuos y que arrojaría un tamaño efectivo actual de unos 10.000 individuos. Aunque 6.000 millones de humanos pueblen el planeta, nuestra diversidad es la misma que la que tendría una ciudad habitada constantemente por 10.000 personas en edad de reproducción desde el origen de los tiempos. Es interesante compararnos con los chimpancés que, aunque son en la actualidad mucho menos numerosos que los humanos (su población, en continua merma, se estima en apenas 100.000 individuos), presentan un tamaño efectivo tres veces mayor que el nuestro: aproximadamente 35.000.

Para responder al resto de preguntas hay que recurrir al 10-15% de diversidad intercontinental al que hacíamos referencia anteriormente. Por pequeñas que sean, estas diferencias pueden ser explotadas por las poderosas herramientas de la genómica. La más detallada descripción de la diversidad genética humana disponible hoy en día está basada en las variantes nucleotídicas únicas (Single Nucleo-

Polymorphisms o SNPs). Se trata de variantes definidas por la presencia de uno u otro nucleótido en una posición concreta del genoma. Un SNP presenta normalmente dos alelos. Se cree que hay unos 10 millones de estas variantes genómicas en la población humana actual. Su ventaja radica en que muchas de éstas están ampliamente documentadas y en que la determinación de las variantes de que un individuo es portador es técnicamente sencilla y altamente escalable, de forma que pueden examinarse simultáneamente miles de estas variantes en miles de individuos. El mayor proyecto cooperativo internacional para la descripción de la diversidad humana iniciado hasta la fecha, el proyecto HapMap (<http://www.hapmap.org>), consiste en la descripción detallada en cuatro poblaciones humanas de las combinaciones (o haplotipos) que forman unos 500.000 SNPs. De hecho, una de las grandes apuestas recientes de la ciencia española consiste en la creación de un Centro Nacional de Genotipado (<http://www.cegen.org>) que dispone de diversas tecnologías para la genotipación de SNPs.

Naturalmente, la principal aplicación de los SNPs se halla en estudios de asociación entre variantes genéticas y enfermedades. El conocimiento detallado de estas variantes genéticas es de crucial importancia para la consecución de una de las promesas de la genómica: una medicina personalizada "o a la carta". En este sentido, estudios recientes [15-19] muestran que un porcentaje pequeño, aunque numeroso en términos absolutos, de esas variantes tienen una estructura geográfica marcada, lo que tendría importantes implicaciones tanto en el estudio de las enfermedades genéticas complejas como en la futura distribución global de medicamentos adecuados a cada perfil genético [20, 21]. Pero estamos volviendo a la medicina y alejándonos de los orígenes de la humanidad actual.

Una de las vías que ha llevado a conclusiones más interesantes respecto a la colonización del mundo por parte de nuestros ancestros ha sido la comparación de la diversidad genética con la diversidad lingüística entre poblaciones. Los primeros estudios se deben a L. Cavalli-Sforza y colaboradores [22] quienes en 1988 publicaron un análisis en el que comparaban un árbol filogenético de la variabilidad mundial basado en polimorfismos genéticos clásicos (grupos sanguíneos, electromorfos de proteínas, enzimas plasmáticos y HLA) con el árbol

genealógico de las lenguas habladas por las mismas poblaciones. Este artículo seminal mostró una gran correlación entre la diferenciación genética y la diferenciación lingüística entre poblaciones. Posteriormente se demostró que las zonas de Europa en que el cambio genético es más brusco suelen coincidir con barreras lingüísticas a través de las cuales, por motivos culturales, la migración es menor y se facilita la diferenciación genética entre poblaciones [23].

Aunque la diferenciación genética y la lingüística suelen coincidir, hay también numerosos casos en que no lo hacen en absoluto. En cualquier caso, siempre pueden elaborarse valiosas inferencias sobre la historia de las poblaciones. Hay casos de poblaciones muy diferenciadas lingüísticamente de las de su entorno pero que son muy similares genéticamente. Es el caso de los húngaros, los fineses o los turcos. Todo parece indicar que en estos casos se produjo un reemplazamiento lingüístico sin una aportación genética importante, probablemente debido a que una pequeña élite dominante puede imponer una lengua y una cultura sin representar una fracción importante de la población total. Se disponen también de ejemplos de la situación inversa, en que poblaciones lingüísticamente similares son genéticamente muy distintas. Es el caso de los islandeses, sardos y los magrebíes de habla árabe. Los lectores interesados en las historias detalladas de genes y lenguas pueden consultar la reciente y exhaustiva revisión de M.A. Jobling y colaboradores [24].

La combinación de la genómica de poblaciones con herramientas provenientes de disciplinas como la lingüística, la historia o la arqueología ha dado lugar a numerosos trabajos en los últimos años. Hoy puede trazarse una historia completísima de la mayor parte de las sucesivas colonizaciones de distintas regiones del planeta. A gran escala, por ejemplo, y gracias en parte al trabajo pre-genómico de Douglas Wallace y sus colaboradores [25] disponemos de detalladas hipótesis de trabajo sobre los distintos procesos de colonización de las Américas desde Asia [24]. La primera oleada migratoria se habría producido hace unos 34.000 años. Según este conjunto de hipótesis, los primeros humanos llegaron a América del Norte a través de Siberia y Alaska, cruzando el estrecho de Bering, que a la sazón estaría helado. Estos primeros americanos se entendieron hasta América del Sur y

dieron origen a los pimas, mayas y yanomamis. Aproximadamente 15.000 años después se registraría una segunda oleada que, al mezclarse con los residentes, originaría las poblaciones de habla amerindia. Los ancestros de apaches, navajos y otros miembros del grupo lingüístico Nadene, según parece, llegaron en una tercera oleada hace 9.000 años. Finalmente, una cuarta oleada migratoria habría dado origen a los inuit (o esquimales) (Starikovskaya et al 1998). Naturalmente, hay una quinta oleada en tiempos históricos cuya huella genética es también objeto de detallado estudio.

A una escala menor, cada vez son más numerosos los estudios que detallan la historia de regiones o poblaciones concretas. Recientemente, por ejemplo, S. Plaza y colaboradores [26] han hallado los restos genéticos de la expansión bantú hasta la actual Angola durante la cual, y siempre según la evidencia genética, su mtDNA desplazó al de las poblaciones khoisanidas locales. Por otra parte, en el mismo estudio se detectaron afinidades entre el acervo genético mitocondrial angoleño y los linajes mitocondriales brasileños de origen africano. Estos datos son consistentes con el hecho histórico de que Brasil era el principal destino del tráfico de esclavos con origen en Angola. Otras investigaciones van más allá de corroborar datos históricos y nos descubren hechos sorprendentes sobre nuestro pasado. La comparación del mtDNA, de herencia materna, con polimorfismos del cromosoma Y, de herencia paterna, ha permitido distinguir los patrones diferenciales de migración entre hombres y mujeres en momentos históricos y áreas geográficas concretas. Un buen ejemplo lo constituye el trabajo de A. Pérez-Lezaun y colaboradores [27] gracias al cual se determinó, entre otros detalles sociológicos de interés, que la mayor parte de la migración entre poblaciones del Asia Central se había debido a las mujeres, que abandonaban el hogar paterno para ir a vivir a la misma localidad que sus cónyuges.

Genes de humanidad. La genómica y la naturaleza humana

Amén de detalles sobre nuestra historia y nuestra genealogía, la genómica nos proporciona una nueva aproximación a los fundamentos de nuestra naturaleza. Podemos estudiar a gran escala la base genética de las características morfológicas, etológicas y, sobre todo, cognitivas que nos hacen tan singulares entre los primates. Mediante la comparación de

nuestros genomas con el de otros antropoides y el estudio detallado de determinadas variantes genéticas, nos estamos acercando cada vez más a los mecanismos que nos hacen ser como somos, incluso en aspectos que hace bien poco se consideraban inasibles para la ciencia. Las herramientas que la genómica pone a nuestra disposición permiten desde el estudio de los cambios fisiológicos asociados a un SNP concreto, hasta el análisis global de los niveles de expresión de cada uno de nuestros genes en cada tejido específico, el córtex cerebral, por ejemplo, o los testículos.

También en este campo la genómica ha permitido nuevos avances. El estudio del gen FOXP2 es un buen ejemplo. C.S.L. Lai y colaboradores [28] publicaron un estudio sobre el gen FOXP2, que está mutado en individuos que presentan desórdenes en sus capacidades lingüísticas. Estos individuos tienen dificultades en realizar ciertas tareas sencillas relacionadas con el lenguaje, como abrir la boca, sacar la lengua y decir "a", o completar frases del tipo "Hoy como, mañana comeré. Hoy bailo, mañana". Al año siguiente, W. Enard y colaboradores [29] presentaron la genómica comparada de FOXP2. Comparando nuestra versión del gen con la de otros primates detectaron dos mutaciones únicas en humanos que modifican la proteína codificada FOXP2. La datación de estas mutaciones arrojó un sorprendente resultado: estas habrían surgido hace unos 200.000 años, aproximadamente al mismo tiempo que los humanos modernos. Estos hallazgos fueron bienvenidos con las habituales exageraciones periodísticas que no dejaban de hablar de "el gen del lenguaje". Por supuesto, esta es una noción absurda. El hecho de que la mutación de un solo gen estropee uno de nuestros delicados mecanismos neuronales no implica que ese mecanismo dependa en exclusiva de tal gen. Del mismo modo, el hecho de que la batería sea necesaria para que un coche funcione no implica que sea suficiente, ni que el funcionamiento de este tipo de vehículos se reduzca al de sus baterías, ni, por supuesto, que estas sean la pieza clave para la "automovilidad", la propiedad de ser un automóvil.

A cada paso surgen nuevas sorpresas y nuevas preguntas sobre las bases biológicas de nuestra naturaleza. Recientemente, la revista *Nature* publicaba un estudio sobre la fidelidad [30]. Los sujetos eran ratones de dos especies muy parecidas, que se diferencian sin embargo en los niveles de expresión cerebral de un gen (el receptor de la vasopresina 1a o V1aR) y en un aspecto con-

creto de su vida sexual. Una de las especies, que presenta altos niveles cerebrales de V1aR, suele formar parejas monógamas y estables, mientras que los machos de su especie hermana, con niveles más bajos de V1aR, tienden a la soledad, a la poligamia y a dejar el cuidado de las crías a las hembras. Un experimento de manipulación genética relativamente simple permite invertir estas tendencias. Introduciendo, mediante un virus, el gen V1aR de la especie monógama en el cerebro de los ratones polígamos, éstos cambian su comportamiento y tienden a pasar más tiempo con sus parejas. Naturalmente, es temprano aún para saber si este mecanismo tiene algo que ver con los que, en el cerebro humano, sustentan los lazos afectivos que nos unen a nuestras parejas y, por supuesto, hay consideraciones éticas que impiden el experimento obvio. Más lejos todavía queda un potencial medicamento fidelizador del que pudieran beneficiarse determinadas personas. Ahora bien: lo que todos estos avances ilustran es el hecho fundamental de que nada escapa al método científico, ni siquiera nuestros más íntimos y humanos impulsos, gracias, en este caso, a los avances de la genómica.

Consideraciones finales

A lo largo de este artículo he evitado los aspectos biológicos, médicos, económicos, éticos y legales de la genómica. Sobre ellos ya se ha escrito mucho y se continuará escribiendo hasta la saciedad. He procurado, en cambio, centrarme en cuestiones no por más antiguas menos interesantes. ¿De dónde venimos? ¿Cómo somos? ¿Por qué los humanos actuamos como actuamos? Para sorpresa de muchos, la genómica está cambiando para siempre nuestra visión de estas viejas y profundas cuestiones. Quizás, del mismo modo que el teflón es el resultado de mayor éxito de la carrera espacial, el verdadero fruto de la nueva ciencia de la genómica sea inesperado: un mayor conocimiento de nosotros mismos.

Agradecimientos

El autor agradece a Francesc Calafell sus contribuciones y paciencia durante la preparación de este artículo.

Referencias

1. Ruvolo, M., *Molecular phylogeny of the hominoids: inferences from multiple independent DNA sequence data sets*. Mol Biol Evol, 1997. **14**(3): p. 248-65.

2. Chen, F.C., et al., *Genomic Divergence Between Human and Chimpanzee Estimated From Large-Scale Alignments of Genomic Sequences*. Journal of Heredity, 2001. **92**(6): p. 481-489.

3. Frazer, K.A., et al., *Genomic DNA insertions and deletions occur frequently between humans and nonhuman primates*. Genome Res, 2003. **13**(3): p. 341-6.

4. Britten, R.J., *Divergence between samples of chimpanzee and human DNA sequences is 5%, counting indels*. Proc Natl Acad Sci U S A, 2002. **99**(21): p. 13633-5.

5. Wildman, D.E., et al., *Implications of natural selection in shaping 99.4% nonsynonymous DNA identity between humans and chimpanzees: enlarging genus Homo*. Proc Natl Acad Sci U S A, 2003. **100**(12): p. 7181-8.

6. Wolpoff, M.H., *Untangling the Issues - a Reply*. American Journal Of Physical Anthropology, 1995. **96**(2): p. 185-188.

7. Wolpoff, M.H., X. Xinzhi, and A.G. Thorne, *Modern Homo sapiens origins: a general theory of hominid evolution involving the fossil evidence from East Asia*, in *The origins of modern humans: a world survey of the fossil evidence*, F.H. Smith and F. Spencer, Editors. 1984, Alan R. Liss: New York. p. 411-438.

8. Cann, R.L., M. Stoneking, and A.C. Wilson, *Mitochondrial DNA and human evolution*. Nature 1987. **325**: p. 31-35.

9. Takahata, N., S.-H. Lee, and Y. Satta, *Testing Multiregionality of Modern Human Origins*. Molecular Biology and Evolution, 2001. **18**: p. 172-183.

10. Takahata, N. and Y. Satta, *Evolution of the primate lineage leading to modern humans: Phylogenetic and demographic inferences from DNA sequences*. Proceedings Of the National Academy Of Sciences Of the United States Of America, 1997. **94**(9): p. 4811-4815.

11. Takahata, N., *A Genetic Perspective On the Origin and History Of Humans*. Annual Review Of Ecology and Systematics, 1995. **26**: p. 343-372.

12. Jorde, L.B., W.S. Watkins, and M.J. Bamshad, *Population genomics: a bridge from evolutionary history to genetic medicine*. Hum Mol Genet, 2001. **10**(20): p. 2199-207.

13. Krings, M., et al., *DNA sequence of the mitochondrial hypervariable region II from the Neandertal type specimen*. Proceedings of the National Academy of Sciences (U.S.A.), 1999. **96**(10): p. 5581-5585.

14. Serre, D., et al., *No Evidence of Neandertal mtDNA Contribution to Early Modern Humans*. PLoS Biol, 2004. **2**(3): p. E57.

15. Tishkoff, S.A. and K.K. Kidd, *Implications of biogeography of human populations for 'race' and medicine*. Nat Genet, 2004. **36**(11 Suppl): p. S21-7.

16. Bamshad, M., et al., *Deconstructing the relationship between genetics and race*. Nat Rev Genet, 2004. **5**(8): p. 598-609.
17. Rosenberg, N.A., et al., *Genetic structure of human populations*. Science, 2002. **298**(5602): p. 2381-5.
18. Bamshad, M.J., et al., *Human population genetic structure and inference of group membership*. Am J Hum Genet, 2003. **72**(3): p. 578-89.
19. Collins, F.S., *What we do and don't know about 'race', 'ethnicity', genetics and health at the dawn of the genome era*. Nat Genet, 2004. **36**(11 Suppl): p. S13-5.
20. Goldstein, D.B. and J.N. Hirschhorn, *In genetic control of disease, does 'race' matter?* Nat Genet, 2004. **36**(12): p. 1243-1244.
21. Tate, S.K. and D.B. Goldstein, *Will tomorrow's medicines work for everyone?* Nat Genet, 2004. **36**(11 Suppl): p. S34-42.
22. Cavalli-Sforza, L.L., et al., *Reconstruction of human evolution: bringing together genetic, archaeological and linguistic data*. PNAS, 1988. **85**: p. 6002-6006.
23. Barbujani, G., *What do languages tell us about human microevolution ?* Trends in Ecol. & Evol., 1991. **6**: p. 151-156.
24. Jobling, M.A., M.E. Hurles, and C. Tyler-Smith, *Human evolutionary Genetics. Origins, peoples and Disease*. 2004, New York: Garland Science.
25. Schurr, T.G., et al., *Amerindian mitochondrial DNAs have rare Asian mutations at high frequencies, suggesting they derived from four primary maternal lineages*. Am J Hum Genet, 1990. **46**(3): p. 613-23.
26. Plaza, S., et al., *Insights into the western Bantu dispersal: mtDNA lineage analysis in Angola*. Hum Genet, 2004. **115**(5): p. 439-47.
27. Perez-Lezaun, A., et al., *Sex-specific migration patterns in Central Asian populations, revealed by analysis of Y-chromosome short tandem repeats and mtDNA*. Am J Hum Genet, 1999. **65**(1): p. 208-19.
28. Lai, C.S.L., et al., *A forkhead-domain gene is mutated in a severe speech and language disorder*. Nature, 2001. **413**: p. 519-523.
29. Enard, W., et al., *Molecular evolution of FOXP2, a gene involved in speech and language*. Nature, 2002(6900): p. 869-871.
30. Lim, M.M., et al., *Enhanced partner preference in a promiscuous species by manipulating the expression of a single gene*. Nature, 2004. **429**(6993): p. 754-7.

Un estudio estadístico sobre la supuesta “crisis de vocaciones científicas”

Jesus Zamora Bonilla

*Departamento de Lógica y Filosofía de la Ciencia, Facultad de Filosofía, UNED
c/ Senda del Rey s/n, 28040 Madrid.*

Corr-ele: jpz@fsof.uned.es; fax: 913 987 693

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

© 2004 AACTE

El pasado día 10 de noviembre de 2004 se presentó en Madrid el informe titulado “¿Hay una “crisis de vocaciones” científico-técnicas? El tránsito de la enseñanza secundaria a la universidad”, elaborado por un equipo dirigido por el autor de este trabajo, y cuya realización fue encargada por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT)*. El obje-

* Agradezco a la FECYT su confianza al permitirme dirigir la realización del estudio. El informe completo, con tablas estadísticas de todas las Comunidades Autónomas, y junto con artículos de varios expertos comentando la situación de los estudios de ciencias y los resultados del informe, será publicado por la FECYT previsiblemente el año 2005. Así-

tivo del informe era analizar la evolución de las preferencias hacia las diversas ramas de estudios de los alumnos que están acabando la enseñanza secundaria y comenzando la universitaria, en el período 1988-2001. No podemos hablar, pues, directamente de “vocaciones” en el sentido de una orientación hacia la investigación científico-tecnológica como elección profesional (ello correspondería más bien a un estudio de las “salidas” laborales o académicas de los estudiantes que terminan una carrera universitaria), pero los resultados sí que son

mismo, agradezco a la Asociación para el Avance de la Ciencia y la Tecnología en España su interés por la publicación de este trabajo en su revista.

Curso	Total		Mujeres		Varones	
	Ciencias	Letras	Ciencias	Letras	Ciencias	Letras
1988-89	58,05	41,95	52,81	47,19	64,22	35,78
1989-90	56,33	43,67	48,71	51,29	63,56	36,44
1990-91	56,36	43,64	49,72	50,28	64,24	35,76
1991-92	56,46	43,54	49,35	50,65	64,95	35,05
1992-93	57,36	42,64	51,26	48,74	64,58	35,42
1993-94	57,48	42,52	50,60	49,40	65,76	34,24
1994-95	56,98	43,02	50,31	49,69	64,95	35,05
1995-96	56,86	43,14	50,22	49,78	64,84	35,16
1996-97	56,07	43,93	48,82	51,18	64,56	35,44
1997-98	55,37	44,63	48,04	51,96	63,92	36,08
1998-99	54,70	45,30	47,31	52,69	63,18	36,82
1999-2000	53,03	46,97	45,50	54,50	61,92	38,08
2000-01	51,80	48,20	44,00	56,00	61,08	38,92

Tabla 1. Porcentaje de alumnos que eligen opciones de Ciencias y de Letras en el último año de la Enseñanza Secundaria.

Curso	Total		Mujeres		Varones	
	Ciencias	Letras	Ciencias	Letras	Ciencias	Letras
1988-89	36,29	63,71	25,69	74,31	46,86	53,14
1989-90	35,70	64,30	26,29	73,71	45,49	54,51
1990-91	38,35	61,65	29,46	70,54	47,98	52,02
1991-92	36,65	63,35	28,29	71,71	45,61	54,39
1992-93	38,13	61,87	29,65	70,35	47,24	52,76
1993-94	37,74	62,26	28,89	71,11	46,76	53,24
1994-95	37,20	62,80	28,51	71,49	47,28	52,72
1995-96	37,66	62,34	28,86	71,14	47,85	52,15
1996-97	38,42	61,58	29,73	70,27	48,52	51,48
1997-98	38,02	61,98	29,77	70,23	47,62	52,38
1998-99	38,17	61,83	29,14	70,86	48,74	51,26
1999-2000	40,14	59,86	31,00	69,00	51,27	48,73
2000-01	42,07	57,93	32,83	67,17	53,19	46,81

Tabla 2. Porcentaje de alumnos que eligen estudios universitarios de Ciencias y de Letras al ingresar en la universidad.

interesantes para indicarnos las tendencias de las preferencias de la juventud española hacia unos u otros tipos de “saberes” (no hemos incluido en el informe los datos sobre la elección de opciones en la Formación Profesional, debido a la transformación sustancial que dichos estudios han sufrido en el período considerado, tanto cualitativa como cuantitativamente, lo cual haría difícil su interpretación). Entre estos resultados encontramos algunos que pueden desmentir la existencia de la temida “crisis de vocaciones” (aunque, como siempre, con matices para todos los gustos), así como otros que pueden señalar hacia fenómenos tal vez más preocupantes. Vayamos viéndolo.

Un primer resultado que podemos considerar “chocante” es el que se muestra en las tablas 1 y 2, que representan, respectivamente,

la evolución de los porcentajes de alumnos que eligen opciones científico-técnicas en el último año de secundaria y en el primer año de universidad. ¡La evolución en cada caso es prácticamente un reflejo especular de la del otro! Si en secundaria el porcentaje de alumnos que eligen “ciencias” ha disminuido aproximadamente un 6%, justo lo contrario ha ocurrido en la universidad, donde la disminución ha sido más o menos de la misma magnitud, pero justo en las carreras de “Humanidades” y “Ciencias Sociales” (“Letras”, para simplificar). Aparte del hecho de que, al ser la tendencia justo la inversa en la secundaria y en la universidad es difícil extraer alguna conclusión sobre cuál es la tendencia “general”, si la hay, también resulta extraño *a priori* que la evolución de las decisiones de los alumnos en el bachillerato no se refleje *en el mismo sentido* cuando éstos pa-

Curso	Ciencias	Letras	Cfco-Téc.	CC. Salud	CC. Soc.	Human.
1989-90	78,03	84,39	78,35	77,32	84,78	83,93
1990-91	76,94	82,86	78,00	75,00	83,00	83,00
1991-92	79,93	84,71	81,51	76,78	84,49	85,14
1992-93	80,43	85,44	82,00	78,00	85,00	86,00
1993-94	81,80	83,96	82,40	80,80	83,00	86,10
1994-95	81,61	83,71	81,45	81,83	82,96	85,28
1995-96	82,85	84,96	83,79	81,65	83,85	87,09
1996-97	82,99	83,27	83,00	83,00	82,00	85,00
1997-98	82,66	83,61	82,54	82,79	82,22	86,06
1998-99	80,81	82,04	80,28	81,38	80,00	84,68
1999-2000	81,40	81,76	80,49	82,36	80,56	83,61
2000-01	80,58	81,24	80,10	81,13	80,44	82,45
2001-02	82,03	81,12	80,57	83,61	80,04	82,59

Tabla 3. Evolución del porcentaje de aprobados en las opciones de Ciencias y Letras en las Pruebas de Acceso a la Universidad.

san a la universidad. Una posible interpretación de este fenómeno sería la siguiente (aunque se trata sólo de una hipótesis tentativa; animo a los lectores a sugerir otras): teniendo en cuenta que la rama elegida en bachillerato condiciona en gran medida las posibles opciones de elección de carrera, si el porcentaje de los que eligen estudios de ciencias en la universidad ha aumentado, mientras que la proporción de los que eligen opciones de ciencias en el instituto ha disminuído, ello significará que *los alumnos que eligen opciones de letras en la secundaria pasan cada vez en menor proporción a la universidad*. En consecuencia, aunque obviamente no podemos tomar el paso a la universidad como el *único* criterio de “éxito académico” para los estudios secundarios, es desde luego *un* criterio, y al menos de acuerdo con él, los resultados académicos de los alumnos “de ciencias” en la secundaria han tendido a mejorar en comparación con los de los alumnos “de letras”. Entiéndase bien lo que significa esta conclusión: no es que los alumnos “de ciencias” sean cada vez mejores y los “de letras” cada vez peores (o por lo menos eso no se sigue necesariamente de nuestro argumento), pero lo que sí podemos afirmar es que, hayan evolucionado como lo hayan hecho (positiva o negativamente), la evolución de los alumnos “de ciencias” ha sido mejor que la de los “de letras”.

Con respecto a la diferencia por sexos, las direcciones de las tendencias son las mismas en el caso de las mujeres y de los varones, pero podemos señalar que, en el caso de la enseñanza secundaria, la disminución en la elección de opciones de ciencias ha sido mucho más

acusada entre ellas (unos 9 puntos, que representan una disminución del 16,7% desde la proporción inicial) que entre ellos (unos 3 puntos, que representan una disminución de sólo el 4,9% desde la proporción inicial). Parece, por lo tanto, que podemos hablar de una tendencia hacia la intensificación de la “*masculinización*” de las opciones científico-técnicas en el bachillerato (ya de por sí bastante “masculinas”, a la vista de que en el curso 1988-89 partíamos de una proporción el 64% de varones que elegían dichas opciones, frente a un 53% de mujeres). Curiosamente -y en mi opinión, afortunadamente-, esa misma tendencia no se observa en el caso del ingreso en la universidad, donde el incremento de los porcentajes de alumnos que eligen carreras científico-técnicas ha sido muy similar en ambos sexos, si bien, como veremos, dándose todavía fuertes sesgos por sexo en los diversos tipos de estudio. Si nuestro argumento del final del párrafo anterior era correcto, ello significará que, aunque la proporción de alumnas que eligen opciones científico-técnicas en secundaria es cada vez menor, las que lo hacen obtienen resultados cada vez mejores, incluso en comparación con los varones, pues aquella disminución se ve compensada con creces en el paso a la universidad.

En apoyo de nuestra hipótesis podemos aducir los datos de la tabla 3, que muestra la evolución de los porcentajes de aprobados en las Pruebas de Acceso a la Universidad. Observamos que, en general, la evolución de los resultados de los alumnos de Ciencias ha sido mejor que la de los de Letras, aunque la palma se la llevan los de la opción de Ciencias de la

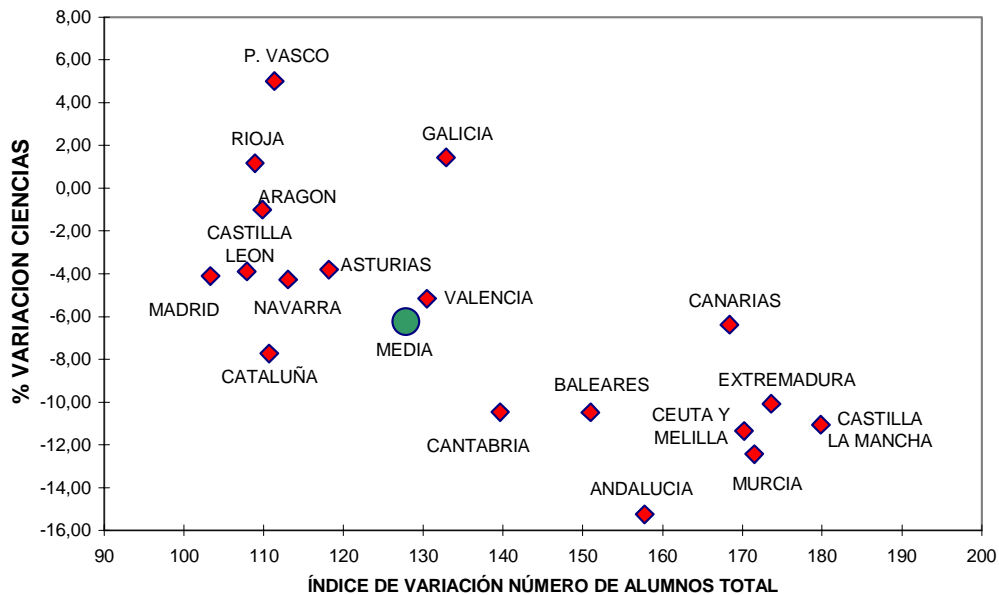


Figura 1. Relación entre la variación del número total de alumnos (eje X) y la variación del porcentaje de alumnos de ciencias (eje Y). Período 1988-2001.

Salud, que es la única que tiene una tendencia general positiva a lo largo del período de estudio. Los resultados de los alumnos de la opción Científico-Técnica experimentaron una notable mejoría hasta mediados de los 90 (como los de Humanidades), pero desde entonces su porcentaje de aprobados ha tendido a disminuir.

Por otra parte, la figura 1 nos permite apreciar la existencia de una cierta relación entre el incremento del número total de alumnos del último curso de la enseñanza secundaria (medido en forma de índice en el eje X) y el porcentaje de incremento o disminución en la proporción de alumnos que eligen las opciones de Ciencias, considerando por separado el caso de cada Comunidad Autónoma. Aunque, por supuesto, no hay una relación lineal y exacta entre ambas variables, sí que parece existir una tendencia hacia una disminución mayor del porcentaje de alumnos de ciencias en aquellas CC.AA. en las que se ha dado un incremento mayor del número total de estudiantes (fíjese el lector en que no hay ningún caso en los cuadrantes superior derecho o inferior izquierdo). Esto parece indicar que la disminución en el porcentaje de alumnos que eligen ciencias en el bachillerato ha podido estar determinada, al menos en parte, por la generalización de la enseñanza secundaria, pues la mayoría de las CC.AA. del cuadrante inferior derecho eran zonas en las que, al principio del período, había un porcentaje comparativamente pequeño de

jóvenes que accedieran a los últimos años del bachillerato, y en cambio muchos de ellos elegían ciencias (¿tal vez como forma de progreso social?), mientras que, por el contrario, la mayoría de las CC.AA. del cuadrante superior izquierdo eran regiones de renta más elevada, con salidas profesionales más tendentes hacia la empresa o la administración, y en las que los estudios de bachillerato estaban más generalizados, por lo que el crecimiento en el número de alumnos ha sido menor. Pero, sin duda, esta es una interpretación que va mucho más allá de lo que los datos desnudos permiten afirmar, y que no carece de contraejemplos significativos, aunque es la más razonable que los autores del estudio hemos podido hallar.

Pasemos a analizar con más detalle la distribución de los alumnos en las diversas ramas de estudios universitarios. En la tabla 4 vemos que las variaciones más intensas se han dado en las carreras de Ciencias Sociales (con una disminución de unos 5 puntos) y en las carreras Técnicas (con un aumento de magnitud similar). Las tendencias en Humanidades y en Ciencias de la Salud han sido menos marcadas, con frecuentes altibajos, aunque con una ligera tendencia general descendente en el primer caso y ascendente en el segundo. Por último, en el caso de las Ciencias Experimentales también ha habido altibajos, pero con una tendencia general descendente, sobre todo desde principios de los 90; es preciso hacer notar que, aun-

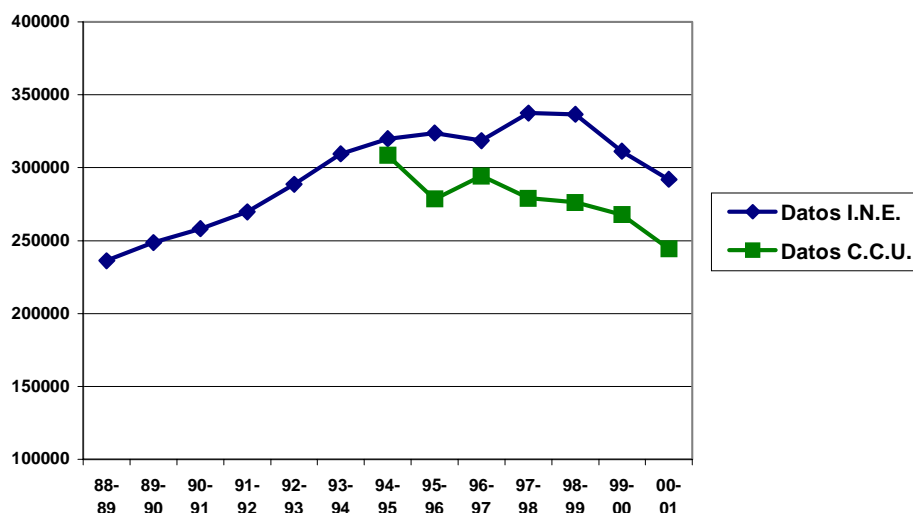


Figura 2. Evolución del número total de alumnos que ingresan en la universidad

Curso	Ciencias Experimentales	Ciencias de la Salud	Ciencias Sociales y Jurídicas	Humanidades	Carreras técnicas
1988-89	7,66	7,88	52,15	11,56	20,75
1989-90	7,52	7,87	54,51	9,79	20,32
1990-91	8,44	7,88	52,69	8,96	22,04
1991-92	8,73	7,50	53,81	9,54	20,42
1992-93	8,66	7,87	52,19	9,68	21,60
1993-94	8,44	7,63	52,11	10,15	21,67
1994-95	8,57	7,35	52,32	10,48	21,28
1995-96	8,21	7,81	51,83	10,51	21,64
1996-97	8,29	8,25	50,25	11,33	21,89
1997-98	7,86	8,51	50,99	10,98	21,66
1998-99	7,79	7,83	50,84	11,00	22,55
1999-2000	7,56	8,63	49,42	10,44	23,95
2000-01	7,31	8,94	48,76	9,17	25,82

Tabla 4. Porcentaje de alumnos que eligen cada rama de estudios universitarios. Total.

que esta disminución ha sido aparentemente pequeña (1,4 puntos entre el curso 1991-92 y el 2000-01), deja de parecerlo cuando la medimos en términos de variación sobre el porcentaje: una variación de 1,4 puntos sobre una cifra de 8,7 puntos representa una disminución de más del 16%, que además, al ser una cifra media, incluirá muchas carreras en las que la disminución haya sido aún mayor. Lamentablemente, en el momento de llevar a cabo nuestro estudio carecíamos de datos fiables sobre lo que ha ocurrido en los años siguientes; la queja de los profesores de muchas facultades de Ciencias Experimentales (especialmente Física y Matemáticas) es que el número de ingresos ha disminuído brutalmente en estos últimos años, aunque

buna parte de esa disminución se debe al hecho de que, por razones puramente demográficas, desde la segunda mitad de los 90 ha descendido el número total de alumnos que ingresan en la universidad, como se observa en la figura 2 (que, por su sorprendente discrepancia, muestra por separado los datos del Instituto Nacional de Estadística y los del Consejo de Coordinación Universitaria). Por tanto, la mera reducción del número de alumnos en algunas titulaciones no puede interpretarse, sin más, como síntoma de una caída de las preferencias de los alumnos por esas carreras; es por esa razón por la que en nuestro estudio nos hemos centrado en describir la evolución de las proporciones de alumnos que eligen cada tipo de estudios.

Curso	Ciencias Experimentales	Ciencias de la Salud	Ciencias Sociales y Jurídicas	Humanidades	Carreras técnicas
1988-89	7,08	10,64	59,81	14,49	7,98
1989-90	6,92	10,91	61,41	12,31	8,46
1990-91	8,92	10,72	59,19	11,35	9,82
1991-92	7,67	10,46	60,29	11,42	10,15
1992-93	8,07	11,18	58,61	11,74	10,40
1993-94	7,81	10,85	58,75	12,35	10,23
1994-95	8,44	10,12	59,06	12,43	9,95
1995-96	8,03	10,68	59,17	11,97	10,15
1996-97	8,13	11,29	57,34	12,93	10,31
1997-98	7,93	11,73	58,18	12,05	10,11
1998-99	7,92	10,89	58,39	12,47	10,33
1999-2000	7,92	11,81	57,07	11,92	11,28
2000-01	7,96	12,36	56,52	10,65	12,52

Tabla 5. Porcentaje de alumnos que eligen cada rama de estudios universitarios. Mujeres.

Curso	Ciencias Experimentales	Ciencias de la Salud	Ciencias Sociales y Jurídicas	Humanidades	Carreras técnicas
1988-89	8,24	5,13	44,51	8,63	33,49
1989-90	8,14	4,70	47,34	7,18	32,64
1990-91	7,91	4,80	45,65	6,37	35,27
1991-92	9,85	4,34	46,87	7,53	31,42
1992-93	9,30	4,32	45,29	7,47	33,63
1993-94	9,07	4,36	45,34	7,90	33,33
1994-95	8,72	4,15	44,49	8,22	34,42
1995-96	8,42	4,48	43,33	8,82	34,94
1996-97	8,47	4,71	42,00	9,47	35,34
1997-98	7,77	4,76	42,64	9,74	35,08
1998-99	7,64	4,24	41,99	9,27	36,87
1999-2000	7,14	4,77	40,11	8,63	39,36
2000-01	6,52	4,84	39,42	7,39	41,83

Tabla 6. Porcentaje de alumnos que eligen cada rama de estudios universitarios. Varones.

Con respecto a las diferencias por sexos (v. tablas 5 y 6), independientemente de la evolución en el caso de las mujeres y los varones hay que señalar primero de todo las marcadas diferencias en cuanto a las preferencias de ambos sexos por carreras de uno u otro tipo. Precisamente es en Ciencias Experimentales donde estas diferencias son menos significativas, pero, mientras que en las carreras Técnicas ingresa una cantidad mucho mayor de hombres que de mujeres, en las de Ciencias de la Salud (sobre todo en las de ciclo corto) ocurre al revés, y también en las de Ciencias Sociales y Humanidades (aunque en estos dos casos la diferencia es algo menor). No entraremos a especular aquí sobre las causas de estos sesgos en la elección de carrera, sino que nos limitare-

mos a indicar que la evolución en el período que hemos estudiado nos muestra tendencias muy significativas hacia la disminución (ya que no desaparición) de tales sesgos. Así, en las carreras de Ciencias Experimentales la reducción más importante se ha dado en el caso de los varones, de modo que dichos estudios han pasado, de ser más preferidos por los hombres que por las mujeres, a ser más preferidos por ellas (aunque dentro de márgenes pequeños). En las carreras Técnicas, que es donde el incremento ha sido mayor en ambos sexos, es digno de señalarse que la preferencia de las mujeres por ellas se ha incrementado en un 57%, mientras que la de los varones lo ha hecho "sólo" en un 33% (y eso comparando el valor final con el del año más bajo de la serie,

Curso	Sin estudios	Estudios primarios	Bachillerato elemental	Bachillerato superior	Universidad Ciclo corto	Universidad Ciclo largo
1994-95	32,14	34,80	37,31	38,80	42,47	41,79
2000-01	31,92	36,70	41,15	43,90	47,37	49,19
Variación porcentual	-0,68	5,46	10,29	13,14	11,54	17,71

Tabla 7. Porcentaje de alumnos que eligen estudios universitarios científico-técnicos en función del nivel de estudios de los padres.

el curso 1991-92). En cambio, en el caso de Ciencias Sociales, aunque ambos sexos han reducido su preferencia por tales estudios, los varones lo han hecho en mayor medida: un 17%, frente al 8% en que ha disminuído en el caso de las mujeres. Por su parte, en Humanidades la tendencia ha sido distinta: aunque las preferencias no han variado con tanta intensidad, se ha pasado de una diferencia de unos 5 puntos entre mujeres y varones, a una diferencia de “sólo” 3 puntos. Finalmente, en el caso de Ciencias de la Salud hay un resultado parecido, aunque de signo inverso y menor intensidad aún.

Un último resultado que queremos comentar se refiere a la procedencia socio-cultural de los alumnos y su relación con la elección de estudios de ciencias al ingresar en la universidad. En los datos compilados por el Consejo de Coordinación Universitaria se recoge el nivel de estudios de los padres (el nivel más alto correspondiente a alguno de los dos progenitores; hay, de todas formas, un alto porcentaje de alumnos que no hacen constar el dato, lo que puede restar algo de valor a la estadística). Esto nos permite observar cómo han variado las preferencias por los estudios científico-técnicos en los alumnos que proceden de familias en las que los progenitores han alcanzado niveles de educación diferentes. Las estadísticas del C.C.U. dividen estos niveles en 6 categorías, desde “sin estudios” hasta “estudios universitarios de ciclo largo”, y el sorprendente resultado es que, en el corto período para el que esta fuente ofrece sus datos (meramente 6 años, del curso 1994-95 al 2000-01), hay unas diferencias sumamente marcadas, que permiten afirmar, no sólo que los jóvenes de familias con mayor nivel de estudios eligen carreras científico-técnicas en mayor proporción que los de familias con nivel de estudios más bajo, sino que, cuanto mayor es el nivel de estudios de las familias de procedencia de los alumnos,

mayor ha sido el *incremento* de sus preferencias por los estudios científico técnicos. De hecho, en el caso de los alumnos cuyos padres no tienen ni siquiera estudios primarios, la preferencia se ha mantenido casi constante, aunque bajando muy ligeramente, mientras que en todas las demás categorías esa preferencia ha aumentado, desde un 5,5% en los hijos de parejas con estudios primarios, hasta casi un 18% en el caso de los alumnos alguno de cuyos progenitores poseía estudios universitarios de grado superior. En nuestra opinión, este resultado puede interpretarse como una respuesta de las familias de mayor nivel socio-cultural hacia la progresiva llegada de alumnos de todas las procedencias sociales a la universidad: la elección de estudios científico-técnicos, considerados como intrínsecamente más difíciles, se vería así como una forma de diferenciación frente a los demás estudiantes. Insisto en que ésta es, de todas formas, una interpretación hipotética, que tal vez pueda ser rebatida con argumentos más poderosos y nuevos datos que la contradigan.

En conclusión, nuestro informe parece desmentir la idea de que existe una grave “crisis de vocaciones científico-técnicas” entre nuestros jóvenes, al menos por lo que se refiere al período vital comprendido entre el final de la enseñanza secundaria y el comienzo de los estudios universitarios. Sí que es cierto que en el bachillerato hay un descenso del porcentaje de alumnos que eligen opciones de ciencias, pero ello se compensa con un aumento de la misma intensidad en el caso de los que ingresan en la universidad. Hemos sugerido que eso puede indicar que la evolución de los resultados académicos de los alumnos de ciencias en secundaria ha sido relativamente mejor que la de los de humanidades o ciencias sociales. También hemos indicado que las opciones de ciencias en bachillerato están tendiendo a una cierta “masculinización”, pero que justo lo

contrario sucede en el caso de los estudios universitarios científico-técnicos (salvo, tal vez, en el caso de las Ciencias de la Salud). Finalmente, la preferencia por los estudios de ciencias se ha incrementado tanto más cuanto mayor es el nivel socio-cultural de las familias de origen de los alumnos. Todo ello apunta,

con seguridad, a una evolución social más complicada que lo que se escondería en la simple expresión “crisis de vocaciones”, y que merecerá la pena que las autoridades, partidos políticos, asociaciones profesionales, entre otros, se esfuercen por comprender.

EL RINCÓN PRECARIO

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

[R.G.] Como no podía ser de otro modo, este ha vuelto a ser un otoño caliente. Parece que todos conseguimos renovar fuerzas durante el verano y la vuelta al trabajo y a la precariedad nos vuelve reivindicativos. Más aún cuando el tiempo pasa y las promesas electorales empiezan a verse diluidas. La importancia prioritaria de la ciencia y la tecnología que aparecía en el programa electoral del que ahora es nuestro Gobierno se ha transformado ya en una “prioridad secundaria”, puesto que otros temas parece que ocupan con más tesón la mente de nuestros políticos. En lo que a la investigación respecta, el “talante” parece haberse quedado en “talán”, porque suenan campanas de que se está intentando mejorar el sistema pero, como diría un ya antiguo dirigente de nuestro país “de cuyo nombre no quiero acordarme”, las únicas respuestas que pueden obtenerse de los actuales responsables del Ministerio de Educación y Ciencia suena a un “Buenooo.... Estamos trabajando en ellooo...” (ponedle vosotros el acento tejanos).

Antes de ponerme a escribir estas líneas, estaba repasando mis anteriores escritos para esta sección. Qué tiempos aquellos, cuando en el mes de junio, con el Gobierno recién estrenado, todo eran promesas y esperanzas... pero ya me daba a mí un tufillo de imprevisión que me hacía temer lo peor. Han pasado ya seis meses, tiempo suficiente para comprobar lo prioritario de las acciones inmediatas prometidas... Pero todo sigue igual, con la misma incertidumbre pesando sobre nuestras precarias cabezas. Los ánimos empiezan a caldearse (es que somos muy impacientes cuando nos van los garbanzos en ello). Prueba de ello son algunas de las cosas que han ido pasando en estos últimos tres meses.

Para empezar, nuestros jóvenes y aguerridos investigadores en fases iniciales ya habían anunciado antes del verano que si las cosas no mejoraban se iban a manifestar. Y lo hicieron. El 22 de octubre, salieron a la calle, ataviados con su reivindicativo color naranja y pertrechados de los más variados artilugios (mercadillo, exprimidores de becarios, representación del círculo vicioso de la investigación, top manta precario y algunas cosas más), concentrándose ante la Puerta del Sol bajo el lema ya inmortalizado “Ningún investigador sin contrato”. Sus reivindicaciones se recogían en un manifiesto que podéis leer en http://www.precarios.org/comunicados/comunicado_FJI_20102004.htm. Nada nuevo bajo [la Puerta de] el Sol, porque poco ha cambiado para ellos desde la llegada del PSOE al Gobierno, aparte del talante. Ellos mismos reconocen que ahora hablan de forma cordial con los responsables del Ministerio, pero eso no arregla nada. Antes, al menos, les escuchaban y les decían “no vamos a hacer más por vosotros”. Ahora les prometen que lo harán, pero en cada reunión se repiten las mismas promesas sin ningún viso de ser cumplidas. Presumen de estar aplicando el Estatuto del Becario (y con bastantes problemas administrativos, por cierto), olvidando que su promesa era la de modificarlo o derogarlo. “Gracias” al nuevo Gobierno, y a pesar de las modificaciones de sus propios errores en la última convocatoria de becas, hay menos becas, se han reducido las concesiones de estancias en otros centros, el número de estancias que cada becario puede realizar, y su duración se ha visto también reducida. Los doctores siguen recibiendo becas, y no contratos como se había prometido.

Las conversaciones con el Ministerio siguen abiertas, pero siguen sin presentar plazos concretos para introducir las mejoras prometidas en el programa electoral. El enfado de la FJI-Precarios por esta situación se pone de manifiesto al haber incluido en su página principal (<http://www.precarios.org/>) una frase mencionada por nuestro Presidente durante la campaña electoral: “Investigar es trabajar”, avalada por el recorte de prensa correspondiente. Menos mal que este tema era una prioridad.

Si la planificación de la carrera investigadora en las etapas iniciales no parece que vaya a tener una rápida solución, peor se encuentran los investigadores en etapas avanzadas. Porque, mal que bien, trampeando entre becas, los primeros pueden seguir adelante. Pero para los investigadores contratados dentro del Programa Ramón y Cajal el tiempo pasa inexorablemente. Si no se resuelve el actual problema de la escasez de puestos de trabajo permanentes ofertados por los Centros de Investigación y Universidades, difícilmente podrán estabilizarse al finalizar sus contratos... y ni siquiera existen otras alternativas para perpetuarse en la actual situación de contratados no fijos. No es por tanto extraño que los contratados en la primera convocatoria del Programa empiecen a

sentirse estafados, puesto que algunos renunciaron a puestos de trabajo estables en el extranjero para volver a la “madre patria” que, por fin, parecía abrirles los brazos. Si bien es cierto que el anterior Gobierno creó la figura sin darle una salida de futuro, no lo es menos que el PSOE lo sabía, y debía tener alguna cosa pensada para resolver el problema si tenía intención de gobernar... ¿O es que les ha pillado el poder por sorpresa? Se cacarea en los medios desde la oposición que hacen falta 11.000 investigadores para aproximarnos a la media de los países de nuestro entorno, se crean contratos temporales para 3.000 ¿y ya no se sabe qué hacer con ellos? La tensa espera afecta (y mucho) al colectivo RyC, y su lista de correo echa chispas. A los cuarenta ya no está uno para experimentar con su futuro profesional... Mientras tratan de defender sus derechos entrevistándose con los responsables del Ministerio y de las Comunidades Autónomas, también están intentando levantar su voz para que la sociedad les oiga, mediante el envío de cartas a la prensa, incluyendo una carta abierta a la Ministra expresándole sus preocupaciones (que incluimos en la sección de Correspondencia de este número de Apuntes). Recientemente el Ministerio ha anunciado un Plan de Estabilización... que habrá que analizar cuando vea la luz, porque de promesas está ya demasiado saturado el mercado de trabajo precario.

Amplia división de opiniones en el foro de debate RyC. Todo parece un problema de presupuestos y de falta de planificación. Mientras tanto, muchos de los RyC en Universidades necesitamos afanarnos por aumentar nuestra experiencia docente y prepararnos para competir por las pocas habilitaciones disponibles, por si acaso. Así que, con vuestro permiso, os dejo por esta entrega, que mi proyecto Docente e Investigador me está esperando. Quien sabe, es posible que para el próximo número la redactora de esta sección esté ya habilitada... (soñar es gratis).

CRÍTICA DE LIBROS

El enigma de Fermat

Germán Sastre Navarro*
Socio de la AACTE

Título: El enigma de Fermat

Autor: Simon Singh

Editorial: Planeta. Colección Documento, 1998

Versión original: Fermat's last theorem. Fourth Estate Limited, Londres, 1997

La historia del llamado último teorema de Fermat (utF) es única. Se trata de una de las grandes historias en la esfera del pensamiento científico. El utF ha sido el pico más alto del Himalaya de la teoría de números. Pierre de Fermat fue un hombre de la tradición renacentista que estuvo en el centro del redescubrimiento de la antigua sabiduría griega, pero él enunció una pregunta en la que los griegos no habían pensado, y al hacerlo creó el que llegaría a ser el problema más difícil de resolver. Siglos más tarde, en 1993, un eminente matemático de Princeton conmocionó al mundo al anunciar la demostración del teorema, abriendo, además, varios campos de estudio en las matemáticas modernas. El enunciado del teorema es sencillo: dada la ecuación $x^n + y^n = z^n$, se trata de encontrar si tiene soluciones siendo x, y, z, n números enteros y $n > 2$.

Es claro, y esto cae fuera del teorema, que la ecuación para el caso $n=2$ constituye el teorema de Pitágoras, para el cual es posible encontrar números enteros (x, y, z) que satisfagan la ecuación, por ejemplo la terna $(3, 4, 5)$. Pitágoras y los pitagóricos constituyen uno de los primeros motores de investigación en la teoría de números. Previamente, Pitágoras había viajado durante veinte años por todo el mundo conocido reuniendo todo el saber matemático de la época y volvió a Samos, su ciudad natal, donde intentó sin éxito fundar una escuela matemática. Hubo de trasladarse a Crotona en busca de mayor suerte y allí la encontró auspiciado por el gran mecenas Milón, que le facilitó fundar la Hermandad que en no mucho tiempo contó con seiscientos discípulos. La gente quería estudiar. De entre los números enteros se destacaron aquellos que poseían un significado especial, por ejemplo aquellos que eran iguales a la suma de sus divisores y se les llamó *números perfectos*. Por ejemplo, el 6, cuyos divisores son 1, 2, 3, cumple que $6 = 1 + 2 + 3$. Los dos siguientes *perfectos* son el 28 y el 496. Pitágoras encontró también una extraña relación entre la perfección y la binariedad. Binarios son aquellos números que pueden expresarse como potencias de dos, y a estos números les falta poco para ser *perfectos*. En el 4, por ejemplo, sus divisores 1, 2, suman 3; o en el ocho sus divisores 1, 2, 4, suman 7. Doscientos años más tarde Euclides descubrió la relación entre la perfección y la binariedad, expresada en que los *números perfectos* son siempre múltiplos de dos números, uno de los cuales es potencia de dos y el otro es la siguiente potencia de dos menos uno. Así pues:

$$6 = 2^1 \cdot (2^2 - 1)$$

$$28 = 2^2 \cdot (2^3 - 1)$$

$$496 = 2^4 \cdot (2^5 - 1)$$

La escuela pitagórica dedicó mucho tiempo al estudio de las ternas pitagóricas (x, y, z) como $(3, 4, 5)$, $(5, 12, 13)$, llegando a demostrar que su número es infinito. Al cambiar el exponente 2 por cualquier otro, por ejemplo 3, las ternas desaparecen y nadie ha encontrado nunca ternas cúbicas o de otros exponentes superiores a 2. La ecuación cuadrática simple pasa a tener una complejidad inusitada.

* Instituto de Tecnología Química, Universidad Politécnica de Valencia. Corr-ele: gsastre@itq.upv.es

El gran matemático francés del s. XVII, Pierre de Fermat, proclamó que nadie hasta entonces había encontrado soluciones porque no las hay. Dijo, en una anotación al margen de su ejemplar de Aritmética de Diofante, que poseía una demostración en verdad maravillosa de esto pero que era demasiado larga para caber en ese margen. Nunca se ha encontrado, hasta la fecha. El caso es que Fermat acostumbraba a realizar este tipo de juegos y retaba a los matemáticos de la época a resolver problemas de teoría de números. Lo habitual era que tras quedar desierto la solución Fermat publicaba su demostración. Nunca se marcó un farol y siempre que decía tener una solución la tuvo. Por eso su credibilidad ha hecho que lo que debería conocerse como la conjetura de Fermat se haya llamado, pese a no tener demostración conocida, teorema de Fermat, o más concretamente "el último teorema de Fermat". Las aportaciones de Fermat a la teoría de números son muy cuantiosas y valiosas. Demostró que 26 es el único número que está emparedado entre un cuadrado ($25=5^2$) y un cubo ($27=3^3$). También demostró que, si bien los números primos caen en dos categorías: los expresables como $4n+1$ y los de la forma $4n-1$, la primera categoría se puede expresar siempre como la suma de dos cuadrados (por ejemplo $13=4x3+1=2^2+3^2$), mientras que la segunda jamás puede escribirse de tal forma. Estas y otras entre muchas aportaciones no se reducen a simples juegos matemáticos sino que tienen profundas implicaciones en la teoría de números y en las matemáticas.

Durante los cien años siguientes a Fermat, las distintas generaciones de matemáticos comenzaron a intentar demostrar el teorema. El propio Fermat había dejado demostrado el caso $n=4$ con motivo de la resolución de otro problema completamente distinto. El gran matemático Leonhard Euler encontró una demostración para $n=3$, la matemática Sophie Germain para $n=5$, y Gabriel Lamé para $n=7$. La demostración general permanecía elusiva pese al interés creciente de grandes matemáticos, y Cauchy creyó haberlo demostrado pero basó su prueba en un análisis incorrecto de la factorización unívoca, como demostró Kummer, quien también hizo aportaciones significativas al respecto. Tras la obra de Kummer en 1857, las esperanzas de encontrar una prueba se fueron debilitando progresivamente y las matemáticas comenzaron a dirigirse hacia otros derroteros. A la sazón, un industrial y matemático, Paul Wolfskehl, quedó fascinado por los estudios de Kummer, cuya lectura marcó y varió el rumbo de su vida, en agradecimiento a lo cual estableció en su testamento de 1908 una considerable suma de dinero¹ para quien demostrara el utF.

Son los años del gran desarrollo de la lógica matemática, la parte basilar del conocimiento axiomático y de los límites del conocimiento, con obras cumbre como los Principios Matemáticos de Bertrand Russell, pero que sin duda tienen como punto álgido la obra de Kurt Gödel, quien a los 25 años demuestra su teorema de incompletitud por el que ningún sistema axiomático está libre de contener proposiciones indecidibles, es decir aquellas que no pueden demostrarse (ni como verdaderas ni como falsas) dentro de dicho sistema axiomático. Además de las importantes repercusiones en nuestra comprensión sobre los límites de la cognoscibilidad, esto significaba que el utF podría no tener solución dentro del marco matemático existente.

A partir de la segunda mitad del siglo XX las aportaciones del genial matemático inglés Alan Turing permitieron la construcción de los primeros computadores y con ellos se empezó una nueva vía de intentar demostrar el utF para casos particulares de n . Las aportaciones de Kummer mostraron que existían demostraciones válidas excepto para los valores de n primos irregulares y cada uno de esos casos requería una demostración independiente. Tales demostraciones comenzaron pronto a buscarse y en pocas décadas equipos informáticos demostraron el utF hasta valores de $n=500$, luego hasta 1000, y luego, en los años ochenta hasta 25000. Más recientemente se llegó hasta el valor de cuatro millones, pero el hecho de que el número de primos irregulares es infinito hacía estas pruebas interesantes sólo en el caso de que el utF no fuera cierto y pudiera encontrarse un contraejemplo, cosa que nunca llegó a ocurrir.

Las matemáticas proseguían sus avances por otros vericuetos, pero de repente apareció un nexo de unión entre dos ramas de la matemática hasta entonces inconexas, que a su vez daban una pista sobre el utF. Las formas modulares y las ecuaciones elípticas², dos campos independientes, fueron

¹ Más de un millón de Euros al cambio actual.

² Las ecuaciones elípticas son ecuaciones del tipo: $y^2=x^3+ax^2+bx+c$. Las formas modulares no pueden explicarse en esta simple nota crítica, aunque tampoco están muy bien explicadas –en mi opinión– en el libro. Aunque en algunos capítulos se sacrifica rigor matemático por amplitud divulgativa y continuidad narrativa, en general el libro es extraordinariamente ameno. Los más matemáticos echarán en falta, sin duda, un poco más de rigor.

relacionados en muchos casos particulares mediante los trabajos de Taniyama-Shimura, dos matemáticos japoneses que a finales de los años 50 conjeturaron el caso general sin lograr demostrarlo, y sin tampoco lograrlo los muchos matemáticos que se dedicaron a ello con todas sus fuerzas en las décadas siguientes.

En 1984, sin demostrar dicha conjetura, Gerhard Frey sugirió que el teorema de Fermat quedaría automáticamente demostrado de una manera sencilla si se demostraba que la conjetura de Taniyama-Shimura era cierta. Esta sugerencia de Frey, basada en una demostración ligeramente incorrecta quedó corregida dos años después por Ken Ribet con la ayuda de Barry Mazur, dos matemáticos de Berkeley y Princeton.

La demostración de la conjetura ya se había resistido durante treinta años cuando Andrew Wiles se puso a trabajar en ella sin descanso durante siete años. Wiles, un brillante matemático inglés, hizo su tesis doctoral con John Coates sobre ecuaciones elípticas, y, además de esta adecuada preparación para abordar el utF, lo cierto es que todos sus estudios matemáticos previos se habían encaminado a la adquisición de todas las técnicas utilizadas durante más de trescientos años para intentar resolver el utF. Lo cierto es, según cuenta el propio Andrew, que desde que a la edad de 10 años se encontró en la biblioteca municipal de su Cambridge natal con un libro de E. T. Bell titulado "The last problem", su vida se encaminó hacia las matemáticas primero, posteriormente hacia la teoría de números, y finalmente hacia la resolución del utF³.

Wiles, profesor en Princeton, abandonó todos los trabajos que no estuvieran relacionados directamente con la prueba del utF salvo aquellos estrictamente relacionados con su docencia y tutorías. Dejó de asistir a reuniones, conferencias y congresos. Se encerró. Trabajó en total aislamiento y en secreto, para evitar distracciones. En sus primeros tres años de arduos esfuerzos, aplicó los grupos de Galois a las ecuaciones elípticas, descompuso las ecuaciones elípticas en un número infinito de piezas, y demostró que la primera pieza de cada ecuación elíptica debía ser modular. Luego vino un callejón sin salida, "la habitación más oscura de todas". Después de haber utilizado cada herramienta y técnica publicadas en la literatura, se encontró con que todas eran inadecuadas:

"Realmente creía que estaba en el buen camino, pero eso no significaba que alcanzara mi meta. Era posible que los métodos necesarios para resolver este particular problema estuviera más allá de las matemáticas del presente. Tal vez los métodos que yo necesitaba para completar la demostración no serían inventados en los próximos cien años. Así que, incluso si estaba en el buen camino, podía estar viviendo en el siglo equivocado."

Después de un año en blanco, decidió airearse e informarse de los últimos avances en ecuaciones elípticas. John Coates le habló del nuevo método de Kolyvagin-Flach con el que, tras las oportunas adaptaciones generalizadoras, quizás podría demostrarse que cada una de las familias de ecuaciones elípticas son modulares. Y así abordó su estudio que unos meses más tarde dio el fruto deseado, a sólo unos pasos de la demostración final. Wiles rompió su aislamiento y secreto y habló con un profesor de Princeton, Nick Katz para pedirle ayuda. Se trataba de que Nick repasara todos los pasos concernientes al desarrollo y aplicación del método de Kolyvagin-Flach. La enorme cantidad de cálculos requería un esfuerzo de repaso enorme y la única manera de sacar tiempo para tan ardua tarea fue la organización de un curso de doctorado impartido por Andrew en el que Nick se matricularía. Así lo hicieron, y pronto todos los estudiantes del curso abandonarían las clases quedando únicamente ellos dos. En el transcurso de estos seminarios todo parecía correcto y Andrew volvió a su aislamiento para buscar los últimos tramos de su demostración, que llegarían pocos meses más tarde.

La emoción era indescriptible y en junio de 1993 Andrew decidió comunicar su hallazgo en un congreso en Cambridge, en el Isaac Newton Institute, donde John Coates iba a reunir a una buena parte de los mejores matemáticos del mundo. Andrew reservó tres conferencias con títulos poco pretenciosos en las que, por sorpresa, pretendía exponer su demostración. En la primera y segunda conferencias se apuntó claramente hacia la resolución de la conjetura de Taniyama-Shimura y la expectativa era ya incontenible. Comenzaban a filtrarse rumores sobre si Andrew iba a demostrar el utF y para su tercera conferencia la sala estaba abarrotada. Cumplió sus expectativas y al finalizar, la au-

³ Cualquiera puede, con un poco de esfuerzo, echar un vistazo al libro que fascinó a un niño de diez años y darse cuenta de que con lecturas sugerentes en la infancia, la vocación científica se abre camino mucho más fácilmente.

diencia rompió el tenso silencio con un espectacular aplauso. Muchos de los asistentes no podían creer que habían asistido, sin previo aviso, a la demostración del problema más persistente de la teoría de números. Ciertamente es que no más de quince personas en la audiencia pudieron seguir sin complicaciones todos los pasos del enorme número de demostraciones conectadas durante las tres conferencias, pero se trataba sin duda de un momento histórico. A continuación venía un lógico tiempo de demora antes de la publicación del espectacular resultado para que algunos matemáticos escudriñaran paso por paso las más de cien páginas de novedosas matemáticas presentadas por Andrew Wiles. Todos ellos reconocieron enseguida que aunque la prueba tuviera algún error, todo aquel esfuerzo serviría por lo menos para dotar a las matemáticas con nuevas y poderosas herramientas de cálculo que Wiles creó durante sus siete años de estudio en secreto y soledad. El examen del manuscrito fue coordinado por Barry Mazur, editor de *Annals of Mathematics*, quien para esta ocasión especial requirió seis censores a los que asignó partes específicas del manuscrito. Nick Katz, encargado de los aspectos relacionados con el método de Kolyvagin-Flach, que había encontrado todo el proceso correcto durante los seminarios en Princeton, descubrió sin embargo, tras una lectura más atenta, un error significativo que invalidaba la prueba de Wiles. Andrew aceptó el reto de intentar corregir el defecto de nuevo en solitario primero y con la ayuda de Richard Taylor después y durante meses se encontró de nuevo perdido. Había pasado un año cuando decidió darse por vencido y publicar el manuscrito a falta de un paso en la demostración para que toda la comunidad de matemáticos pudiera lanzarse a encontrar el paso intermedio sin demostrar cuando Taylor le convenció de perseverar un mes más:

“Estaba sentado frente a mi escritorio un lunes por la mañana, el 19 de septiembre (de 1994), examinando el método de Kolyvagin-Flach. No es que creyera que podía hacerlo funcionar, pero al menos quería saber por qué fallaba. Creo que me estaba aferrando a un clavo ardiendo, pero quería convencerme a mí mismo. De repente, de una forma inesperada, tuve una revelación increíble. Me di cuenta de que, aunque el método no funcionaba perfectamente, era todo lo que necesitaba para desarrollar mi trabajo original con la teoría Iwasawa. Me di cuenta de que conseguía lo suficiente del método Kolyvagin-Flach para que mi enfoque original del problema, que había hecho tres años antes, funcionara. Así que, de las cenizas del método Kolyvagin-Flach parecía elevarse la respuesta real al problema. La teoría Iwasawa por sí sola era inadecuada y el método Kolyvagin-Flach por sí sólo era inadecuado, pero juntos se completaban perfectamente en la medida necesaria para la demostración requerida. Fue tan indescriptiblemente bello...; era tan simple y elegante... No podía entender cómo lo había pasado por alto y lo estuve contemplando incrédulo durante veinte minutos. Aquel día pasé por el departamento y volví a mi despacho para ver si la nueva idea estaba aún allí. Y aún estaba. No podía contenerme, ¡estaba tan emocionado!. Fue el momento más importante de mi vida profesional. Nada de lo que haga significará nunca tanto. Aquella noche volví a casa y lo consulté con la almohada. Lo volví a comprobar a la mañana siguiente y, hacia las once, me sentí satisfecho y bajé a decírselo a mi esposa: ¡Lo tengo!. Creo que lo he encontrado. Fue tan inesperado que ella creyó que estaba hablando de un juguete de los críos o algo así y me dijo: ¿Qué es lo que tienes?, y yo le dije: He arreglado la demostración. Lo tengo. Se estaba acercando el cumpleaños de mi esposa y recordé que en el último no le había podido hacer el regalo que ella quería. Esta vez, medio minuto después de empezar a cenar en la noche de su aniversario, pude entregarle el manuscrito completo. Creo que a ella le gustó más ese regalo que cualquier otro que yo le hubiera hecho antes.”

Andrew contestó así un tiempo después cuando le preguntaron sobre sus próximos estudios:

“No hay otro problema que pueda significar lo mismo para mí. Fue la pasión de mi infancia. Nada puede reemplazar eso. Lo he resuelto. Intentaré resolver otros problemas, estoy seguro. Algunos serán muy difíciles y tendré una sensación de realización otra vez, pero no hay ningún problema matemático que me pueda capturar como lo hizo Fermat. He tenido ese raro privilegio de poder perseguir en mi vida adulta lo que fue el sueño de mi infancia. Sé que es un raro privilegio, pero si puedes atacar algo en tu vida adulta que signifique tanto para ti es una recompensa mayor que cualquier cosa imaginable. Al haber resuelto este problema existe ciertamente una sensación tremenda de liberación. Estuve tan obsesionado con el problema que durante ocho años pensé en él todo el tiempo; desde que me levantaba por la mañana hasta que me iba a dormir por la noche. Es mucho tiempo para pensar en una sola cosa. Esta odisea particular se ha acabado. Mi mente descansa.”

