

Apuntes de CIENCIA y Tecnología

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

Número 7, junio de 2003

ISSN: 1577- 6794

Contenido:

	Pág.
CORRESPONDENCIA	4
NOTICIAS DE LA AACTE	7
La AACTE envía una carta a responsables políticos de Ciencia y Tecnología defendiendo la figura del investigador en los centros sanitarios: 7. La AACTE apoya el Manifiesto de Precarios por medio de votación electrónica: 7.	
OPINIÓN:	
Las dudas razonables , por Jaime Lissavetzky	9
¿Existe discriminación de género en la Ciencia española? , por Cristina García Viguera	12
España debe subirse al tren de la historia , por Xavier Pujol Gebellí	13
NOTICIAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	16
Evaluación de los Programas de Investigación del Plan Nacional (2000-2003): 16. Manifiesto por la Ciencia: 16. Jean Pierre Serre obtiene el primer “Nóbel” de Matemáticas (premio Abel): 17. Respuesta de los investigadores españoles en el extranjero al Ministro de Ciencia y Tecnología: 17. Breves: 18	
CIENCIA Y SOCIEDAD	19
El tabaco está de moda: 19. Europa apoya la clonación de células madres: 19. El Protocolo de Kyoto no se cumple: 19. La doble hélice cumple años: 20.	
ARTÍCULOS:	
Análisis de Redes Sociales: o como representar las estructuras sociales subyacentes , por Luis Sanz Menéndez	21
Deconstrucción de los tribunales del CSIC en el período 1985-2002: Profesores de investigación en el área de Física , por Germán Sierra	30
EL RINCÓN PRECARIO	41
CRÍTICA DE LIBROS:	
“Lo que queda por descubrir” , de John Maddox, por Rosendo Vilchez Gómez	45

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

SUBDIRECTORESPaqui López, Pablo Aitor Postigo,
Amelia Sánchez Capelo**REDACTORES JEFE**Miguel Angel Camblor (Noticias de
Ciencia y Tecnología), Rosario Gil
(Rincón Precario), Juan F. Gallardo
(Ciencia y Sociedad), Alejandro
Gutiérrez (Opinión), Paqui López
(Correspondencia), Pablo Aitor
Postigo (Noticias de la AACTE),
Amelia Sánchez Capelo (Artículos
Científicos), Germán Sastre (Crítica
de Libros)**REDACTORES**

Rosendo Vélchez (Crítica de Libros)

CONSEJO EDITORIALRafael Alonso, Antonio Aparicio,
Eugenio de Groote, Antonio
Delgado, Carmen F. Galaz, Juan F.
Gallardo, Cristina García Viguera,
Julio Gutiérrez, José Niño Mora,
Rafael Rodríguez Puertas, Luis Rull,
Luis Santamaría, Germán Sastre**JUNTA DIRECTIVA DE LA AACTE**

Presidente: Luis Rull

Vicepresidente: Alejandro Gutiérrez

Tesorero: Antonio Delgado

Secretario: Pablo Aitor Postigo

Vocales: Amelia Sánchez Capelo,
Rosendo Vélchez, Rafael Alonso*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.

© 2003 AACTE

Para cualquier asunto relacionado
con la revista, contactar mediante
correo electrónico con el Director,
en la dirección a.gutierrez@uam.esLos números atrasados pueden
consultarse en la página web de la
AACTE: <http://www.aacte.es>

Hay varios temas de actualidad que pueden servir para valorar la política que el Gobierno está siguiendo en materia de Ciencia. Por un lado se está elaborando el Nuevo Plan Nacional de I+D (2004-2007), para lo que se han tenido en cuenta diversos ingredientes. En primer lugar se ha realizado una encuesta, no demasiado brillante en opinión de algunos, en la que se ha solicitado la opinión de 15.000 investigadores, de los que han respondido 3.150, sobre los aspectos más importantes del ya finalizado Plan Nacional 2000-2003. El segundo ingrediente es el Informe que la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECyT) ha realizado basándose en el análisis de 138 expertos distribuidos en 12 paneles disciplinares. Sus conclusiones y recomendaciones para la elaboración del nuevo Plan Nacional son, al menos, coherentes. Y aunque se echa en falta más contundencia sobre la necesidad de evaluación para todos los proyectos financiados con fondos públicos, sus recomendaciones sobre la necesidad de incrementar los recursos humanos y económicos, así como la mejora en la eficacia de la gestión, son un ejemplo de la seriedad de este informe. El tercer ingrediente es la apertura de una página web donde se pueden proponer sugerencias y modificaciones al Plan Nacional.

Por otro lado, el MCyT ha anunciado el importante avance que se le está dando al Estatuto del Becario. Este es un instrumento imprescindible, no sólo para resolver la situación de los becarios en los Centros de Investigación, sino también como un primer paso para avanzar de una vez por todas en la definición de una auténtica carrera del Investigador en España. En cuanto a los contratos Ramón y Cajal, se ha mejorado la convocatoria de este año, corrigiéndose algunos errores de anteriores convocatorias. Aunque todavía siguen pendientes temas tan importantes como la publicidad en los criterios de evaluación de las distintas Comisiones y, lo que es aún más importante, el futuro de los contratados después de los cinco años. (Al cierre de la edición ha aparecido la noticia, que lamentamos, de que el Gobierno da por finalizado el Programa Ramón y Cajal).

Después de todo esto no se entiende la actitud del Ministro de CyT en su reciente comparecencia en el Congreso de los Diputados. No hay nada sustancial en el Manifiesto o en la carta a Science de los científicos españoles en el extranjero que no esté en lo enunciado anteriormente. Al margen de corregir al Ministro cuando afirmaba que había más científicos extranjeros en España que españoles en el extranjero, lo que los investigadores pedían era: participación en la elaboración de los Planes Nacionales, incremento del gasto de I+D, incremento en los recursos humanos y un establecimiento claro de la carrera del investigador en nuestro país. ¿Por qué el Sr. Ministro responde que son "tontos" los firmantes de estos documentos, si lo único que están pidiendo es lo que afirma estar haciendo su Ministerio?. No se puede entender cómo el Sr. Ministro, que había asegurado un fuerte crecimiento de la inversión de I+D, descalifique a quienes le solicitan que efectivamente se haga así. Entre esos "tontos" están muchos de los mejores investigadores de este país, entre los que se encuentran, además, un número muy alto de mujeres, mostrando una vez más que la sociedad española se está incorporando a las sociedades de la UE. de forma rápida. Eso sí, menos que en la convergencia en inversiones de I+D.

CORRESPONDENCIA

Carta abierta de repuesta a una encuesta de la FECyT

La Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECyT), tras una encuesta entre investigadores que se han atrevido a contestarla (que suelen ser siempre los mismos: jóvenes entusiastas y viejos quijotes, por lo que ya lleva sesgo toda encuesta voluntaria de este tipo) ha estimado hacer unas recomendaciones finales que paso a recordar:

“Deben contemplarse distintas modalidades de proyectos, con diferente estructura, criterios de evaluación y de asignación de fondos:

A. Proyectos para grupos consolidados que mantienen su actividad.

B. Proyectos coordinados que permitan crear grupos con mayor masa crítica, compartir recursos y complementar líneas de investigación.

C. Proyectos para grupos emergentes que inician su labor científica independiente (contratados ‘Ramón y Cajal’, entre otros).

D. Proyectos innovadores, de apertura de nuevas líneas de trabajo o de variación sustancial de la actividad investigadora del grupo.

E. Proyectos de colaboración real con la empresa privada, en los que ésta tenga una contribución económica.”

Siento discrepar de dichas recomendaciones, aún cuando no se considerara el sesgo señalado; con tantos criterios el político puede dar a quien quiera un Proyecto: porque se es viejo, porque se es joven, porque se está en activo o porque se está inactivo y hay que consolidar; creo que poner en práctica estas propuestas es dar un paso atrás, pues toda particularidad tiende hacia la arbitrariedad. Si es bueno, que se demuestre fehacientemente, sea joven o viejo, y no porque sea mujer y negra, ...; en caso contrario se entra en discriminaciones, positivas o negativas. Mal asunto eso de subdividir y dar proyectos a la carta. Si empezamos así, ¿para qué necesitamos a la A.N.E.P.? Quítenla y den los proyectos a quien quieran..., como pasaba antes.

Más tarde dice el informe de la FECyT:

“La contratación de personal investigador y de apoyo debería estar ligada al Proyecto y a un equipo de investigación”

¿No es esto lo que se hace ahora? Sigo sin entender entonces qué es lo que tiene de nuevo esta propuesta.

También indica la FECyT:

“Para grupos consolidados la duración de los proyectos de investigación debiera poder ser hasta 5 años”

¡Qué paradojas! Esto se viene denegando hasta ahora y es fundamental para algunas Ciencias, generalmente de la Naturaleza, como forestales o biogeoquímicas...

Continúa diciendo la FECyT:

“Desarrollar mecanismos que permitan orientar prioridades y acciones movilizadoras”

Esto es imposible por la endogamia consabida. Los mecanismos existen, pero intente Vd. moverse y va a ver las reacciones del Departamento que le acoge o del que pertenece: luchas sin cuartel entre sus componentes por evitarlo. ¿Cuándo se dará cuenta la FECyT de las limitaciones del colectivo investigador español, entre ellas no sólo la endogamia, sino el cuerpo raquíptico donde todos se conocen? (y no me refiero sólo entre los de un área de conocimiento...).

Finalmente termina diciendo la FECyT:

“Se debería apoyar y fomentar en mayor medida proyectos con masa crítica suficiente para evitar la creciente atomización de los grupos de investigación”

Esto es decir me gusta la nieve, pero no su color blanco y que esté fría y/o viceversa. La atomización proviene de la extrema competencia existente. Dos becari@s son amig@s hasta que hacen la Tesis y sólo hay una plaza. Luego esa única plaza la saca un@ de ell@s porque el sistema de I+D no da para más y el otr@ se escapa herid@ y amargad@.... Pocos años más tarde, el nuevo Titular quiere su propio laboratorio porque está harto de que el jefe, que está viej@ y les exige aparecer en las publicaciones, es un pirata chupópter@. En fin, ¡la lucha por la vida!; cualquiera lo observa en su entorno y se describe perfectamente todo este proceso en una reciente encuesta que está haciendo el CINDOC/CSIC al respecto (interesados, consulten la página web “<http://dei.cindoc.cesga.es>” del CSIC).

Obviamente, a ello contribuye (como se decía arriba) el mísero número de personal dedicado a I+D+i, con Institutos que a veces tienen 20 líneas de investigación para 16 investigadores y no exagero: ¡Suele haber más líneas que investigadores!. En muchos casos los equipos investigadores suelen ser minúsculos: ¡Un *senior*, un *júnior* y un par de becari@s es tener ya un buen equipo!

Espero que estas desalabadas líneas sean leídas, al menos, por algún responsable de las recomendaciones de la encuesta de la FECyT; muchas gracias.

Juan F. Gallardo Lancho
Socio de la AACTE
Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Salamanca



En respuesta a la carta anterior, de Juan F. Gallardo, quiero hacer un comentario y una puntualización. La puntualización consiste en que las recomendaciones de la FECYT a las que se hace referencia no son el resultado de una encuesta a investigadores sino que forman parte de un informe "elaborado a partir de los comentarios y experiencias de los 138 expertos que han debatido en 12 paneles disciplinares". El informe fue encargado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología a la FECYT como una evaluación externa del Plan Nacional 2000-2003 y es independiente de una encuesta a investigadores realizada por el MCyT (tanto la encuesta como el informe están disponibles en www.plannacional.info). Esta puntualización no implica que el informe no esté sesgado, ya que no se indica de qué manera se han elegido a los "expertos".

Dicho esto, mi comentario a lo que dice J.F. Gallardo es que el problema de la arbitrariedad en la aprobación de proyectos no tiene nada que ver con la existencia de distintos tipos de proyectos. Ya existen distintos tipos (PROFIT, programas nacionales en sus distintas modalidades, P1, P2, P3, P4...) y no creo que eso afecte necesariamente a la arbitrariedad. En cambio, en la lucha contra la endogamia el tipo de proyecto señalado como "C" (y también el "D") podrían ser muy interesantes. Uno de los factores que favorecen el cortijismo es la falta de financiación e infraestructura (humana y material) con que se encuentra quien acaba de sacar una plaza. Eso le obliga a integrarse en un grupo ya establecido, con lo cual ni puede

demostrar ni se le puede exigir que demuestre su capacidad como investigador independiente. A mí me parecen muy positivas, en general, las recomendaciones de la FECYT y, concretamente, la propuesta de crear esos distintos tipos de proyectos.

Miguel A. Cambor
Socio de la AACTE
Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid



Proyección internacional del Programa Ramón y Cajal

Como Investigadores Contratados Ramón y Cajal en las convocatorias 2001 y 2002 hemos estado al tanto de las últimas noticias acerca de la nueva convocatoria 2003. Nos ha alegrado el esfuerzo del Ministerio por facilitar la continuación del Plan Ramón y Cajal. A partir de nuestra experiencia de las dos convocatorias previas hemos elaborado una lista FAQ alternativa a la del Ministerio y una encuesta para facilitar a los nuevos solicitantes la elección del centro ("<http://ramonycajal.dhs.org>"). Es nuestro propósito contribuir con estas iniciativas a una mejor difusión y funcionamiento de este plan. En este sentido, en esta carta nos gustaría hacer notar, que los impresos de solicitud (anexos VI y VIII, así como el Manual de Instrucciones), a pesar de exigir la presentación de la memoria y las cartas de recomendación en inglés, solo están disponibles en español. Tal y como queda expresado en la convocatoria, es objetivo de este plan atraer no solo a científicos españoles sino también a extranjeros que realicen investigación de excelencia. Por esta razón instamos desde aquí al Ministerio a la traducción completa al inglés de todos los impresos de la solicitud. De este modo se contribuiría a darle credibilidad internacional al programa RyC, y se facilitaría su difusión.

Alberto Cantera, Rosa Carballada, Juan de la Figuera, Alejandro Frangi, Margarita García Calvo, Ana M. Mancho, Arantzazu Mascaraque, Mayte Penelas, Manuel de Pinedo, Miguel A. del Pozo, Mark van Raaij, Isaac de los Ríos, Germán Rodrigo, Josep Saura, Pablo Tornero, Jordi Villá i Freixa.*

Investigadores Ramón y Cajal en diversos centros

**Socio de la AACTE*



La ANECA, entre la espada y la pared

La corta vida de la ANECA va teniendo sobresaltos. Es contestada por la centrales sindicales porque constata exigencia (quizás positiva...) hacia los docentes interinos, que califica como muy estricta o poco objetiva (se cifra en sólo un 30 % los admitidos a plazas universitarias). Por otra parte, además de haber sido criticado públicamente el responsable de la ANECA, algunos de los evaluadores se han ido dando un portazo. Pero lo más grave es que en Cataluña se ha creado una versión catalana de la ANECA, se supone como un medio para sortearla, creando un cuerpo de profesorado ad-hoc autonómico. La tentación de que otras autonomías copien tal proceder es grandísima, con lo cual la creación de la ANECA carecería de sentido, para mal de la Ciencia española. Decimos para mal, porque lo lógico es que la ANECA no fuera ya nacional, sino más bien

europea, dado el cuerpo raquítico de investigadores y profesores hispanos (por más que pretenda abultar su número el Ministro de CyT). Y mientras no sea europea, lo lógico es que se incorporaran investigadores europeos en la ANECA como evaluadores, aprovechando que muchos de ellos hablan o se defienden en castellano (no quizás por la altura científica de España, si no más bien porque cada vez es más frecuente que mantengan intercambios con países iberoamericanos, o posean una segunda residencia de verano en la costa mediterránea...).

Juan F. Gallardo Lancho

Socio de la AACTE

*Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Salamanca*



NOTICIAS DE LA AACTE

La AACTE envía una carta a responsables políticos de Ciencia y Tecnología defendiendo la figura del investigador en los centros sanitarios.

En una carta dirigida, entre otros, a diversos parlamentarios que forman parte de las comisiones de Sanidad y Consumo y de Ciencia y Tecnología del Parlamento, al director del Instituto de Salud Carlos III y al Subdirector General de Investigaciones de Ministerio de Sanidad, la AACTE ha manifestado su preocupación por la ausencia de la figura del investigador dentro de las profesiones sanitarias. El Ministerio de Sanidad está trabajando actualmente en dos Proyectos de Ley. El primero de ellos define el estatuto del personal dentro de los servicios de salud, estableciendo una clasificación del personal que trabaja dentro de los mismos. El segundo contempla la ordenación de las profesiones sanitarias, definiendo las mismas y sus funciones. En ninguno de ellos se contempla o menciona la figura de investigador.

Se da el caso de existe un número importante de investigadores que trabajan en centros de salud (antiguos y nuevos con modalidades tipo RyC y FIS). Sin embargo, esta figura no está recogida en las nuevas leyes, que dejan la investigación a los profesionales sanitarios MIR-FIR (médicos, farmacéuticos y veterinarios), pero no reconocen a los de carrera investigadora.

Esto no sólo supone un grave problema para los investigadores (biólogos, químicos, físicos, informáticos, incluso médicos y farmacéuticos de carrera investigadora y no clínica) que ya están dentro, sino que limita para los próximos años el tipo de investigación sanitaria que se quiere hacer, puesto que no se adapta a las nuevas necesidades de multidisciplinaridad que necesitan las nuevas investigaciones biomédicas.

La AACTE apoya el Manifiesto de Precarios por medio de votación electrónica

La AACTE decidió apoyar el manifiesto redactado por el colectivo de precarios para su presentación en la manifestación del día 13 de junio frente al Ministerio de Ciencia y Tecnología. El manifiesto solicita al MCyT el cumplimiento de su promesa de desarrollo del Estatuto del Becario, suscrita hace más de un año pero sin resultados visibles hasta el momento.

El apoyo de la AACTE se realizó mediante el envío de un escrito del Presidente Luis Rull a la Federación de Jóvenes Investigadores/Precarios, tras un intenso debate en la lista de correo electrónico "Foro Inventemos Nosotros" que mantiene la AACTE y que finalizó con la realización de una votación electrónica. Esta votación electrónica, organizada y gestionada por la directiva de la AACTE Amelia Sánchez Capelo, ofreció los siguientes resultados:

Número de votos recibidos: 40

- Apoyo al manifiesto 52,5 %
- Apoyo con matices 32,5 %
- No apoyo 7,5 %
- No actuar 2,5 %

Del grupo que prefirió matizar el manifiesto:

- Matizaciones junto al manifiesto precarios 63,2 %
- Matizaciones separadamente al manifiesto precarios 36,8 %

Consideración de la reivindicaciones:

- Justas 51,3 %
- Adecuadas 25,6 %
- Excesivas 12,8 %

Cuándo se debe acceder a un contrato laboral

- Al inicio de tesis 29,7 %
- Al inicio del postdoc 29,7%
- Al finalizar los cursos doctorado 24,3 %
- Al acceder a contratos tipo RyC 8,1 %
- Al ser funcionario 8,1 %
- Nunca 2,7 %

Elaboración de un estatuto global del investigador, incluyendo a los becarios

- Sí: 86,5 %
- No: 10,8 %

Elaboración del Estatuto del Becario separadamente a uno del Investigador

- No: 64,9%
- Sí: 32,4 %

Valoración del sistema de votación

- Buena 81,6%
- Está bien, pero hay mejores sistemas 2,6 %
- No aporta nada 2,6 %

Cabe reseñar que el número de votos recibido (40 sobre un total de 180 socios aproximadamente) se considera adecuado dado el escaso tiempo en el que se realizó el proceso. Este tipo de sistema de votación electrónico que admite un único voto por persona se utiliza en la AACTE por primera vez y dado su éxito se ha propuesto para su futura utilización intensiva como medio de consulta dentro de la Asociación.

OPINIÓN

Las dudas razonables

Jaime Lissavetzky *

Todos los estudios de la Unión Europea y de la OCDE señalan que el sistema español de Ciencia y Tecnología presenta unas acusadas carencias ligadas fundamentalmente a su bajo nivel de inversión y gasto público y privado en I+D, lo que provoca un elevado déficit de su balanza tecnológica, escasez de patentes de alta tecnología o un insuficiente desarrollo de la sociedad de la información.

Culpar al actual Gobierno de ser el exclusivo responsable de esta situación no sería razonable, pero lo que se puede afirmar con rigor es que, en esta etapa de crecimiento económico, se ha perdido una magnífica oportunidad para que la ciencia y la tecnología avanzaran de manera decidida. O, en otras palabras, la ausencia de una política científica eficaz en estos últimos años, así como el desaprovechamiento de la bonanza económica, muestran que estos temas no han sido una prioridad para los actuales gobernantes.

En 2000 se creó el Ministerio de Ciencia y Tecnología, lo que generó unas expectativas positivas en todos los grupos políticos que no se han cumplido por diversas razones:

1. Política de nombramientos y ceses. En tres años habremos tenido tres Ministros (cuando Piqué sea sustituido en próximas fechas), tres Secretarios Generales de Política Científica y tres Presidentes del CSIC. Casi ningún alto cargo se habrá mantenido durante esta Legislatura. Tener cada año un responsable nuevo en un Ministerio recién creado es someter al sistema a vaivenes y zarandeos negativos para el mismo. El caso más notable ha sido nombrar a un Director General de Investigación, por cierto, conocedor del sistema, en Septiembre de 2002 y cesarle en Febrero de 2003. ¡Sólo seis meses!

Esto ha generado incertidumbres e inseguridades en la comunidad científica, agrandadas por la desconfianza mostrada hacia ellos por los

responsables políticos del Ministerio. Este hecho ha llegado a su máxima expresión por parte del actual Ministro, quien recientemente, y en sede parlamentaria, utilizó el desprecio, la descalificación y se podría añadir que el insulto contra los científicos discrepantes que habían firmado un Manifiesto por la Ciencia al que calificó como panfleto. Luego me referiré a ello.

2. Falta de liderazgo de los responsables políticos de ciencia y tecnología, que ha impedido la consecución de Presupuestos adecuados, que hubieran permitido un crecimiento sostenido real, y no con maquillaje, de los fondos públicos de financiación de la I+D.

3. Descoordinación con otros Ministerios, especialmente con el de Educación y Cultura, causada por el error inicial de haber excluido a las Universidades, que suponen las dos terceras partes de nuestro sistema de Ciencia y Tecnología, del nuevo Ministerio.

4. Pésima gestión de los fondos y de las convocatorias. Se ha pasado de la política por objetivos (siempre deseable en la Administración), a la política por acontecimientos (a veces difíciles de prever), para terminar en lo peor para el sistema: la política de sobresaltos. El Ministerio se ha convertido en un “*apaga-fuegos*” de incendios que en numerosas ocasiones han originado sus responsables. En definitiva una patología administrativa que ha impedido, entre otras cosas, gastar bien los Presupuestos aprobados. De todo ello la responsabilidad es de la cúpula ministerial, carente de un proyecto de política científica, y no de los funcionarios, que en muchas ocasiones han trabajado sin descanso para suplir el desconocimiento de sus superiores.

Analicemos lo ocurrido, utilizando una estrategia científica muy utilizada en los laboratorios y que debería ser aplicada a las actuaciones políticas, como es la de “prueba y error”. Esta estrategia permite corregir las

* Diputado del PSOE por Madrid. Vicepresidente de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Congreso.
Corr-ele: jaime.lissavetzky@diputado.congreso.es

condiciones de la experimentación, a la luz de los datos obtenidos, con el objetivo de alcanzar las óptimas y así mejorar los resultados de la misma. Su desarrollo se basa en lo que podríamos denominar “dudas razonables” derivadas de la especificidad y relatividad de cada experimento.

Quiero plantear en este artículo algunas dudas, creo que razonables, sobre la política científica del actual Gobierno, a través de diferentes preguntas

La primera duda tiene que ver con la elaboración de los Presupuestos Generales del Estado (PGE).

¿Es adecuado que el crecimiento de estos presupuestos se haya basado desde el año 1996 hasta la actualidad en el aumento del denominado “Capítulo 8” (Créditos Reembolsables), especialmente dirigidos a empresas? En 1996 ese Capítulo 8 suponía el 5% del total de los gastos públicos de I+D (llamados “Función 54”) y en 2002 supuso el 52% de la totalidad de los gastos públicos de I+D. Además, dentro de ese Capítulo se incluye la financiación de los gastos militares, a través de su camuflaje en los presupuestos de I+D.

¿Tiene sentido que España, que ocupa el tercer lugar de la Unión Europea, por la cola, en gastos de I+D (0,96% del PIB frente al 1,94% de media de la UE) sea el segundo país europeo o tercero mundial, por la cabeza, después de Estados Unidos y Gran Bretaña en porcentaje de gastos militares de I+D incluidos en sus presupuestos (34,3% del total del presupuesto público destinado a investigación para este año frente al 14,5% de la media europea)?

¿Es lógico que estos presupuestos para I+D destinados a los gastos militares hayan supuesto, desde la llegada al Gobierno de Aznar en 1996, más de 1,2 billones de pesetas de los PGE, cuando en la mayoría de los casos no son ni I ni D, sino la financiación de la fabricación repetitiva de unidades? Sirva como ejemplo que en las cuatro Fragatas F 100 se ha considerado como I+D el 85% de su construcción, incluyendo el pago a Estados Unidos del sistema de seguridad antiaérea AEGIS como royalty.

¿Es adecuado que para los próximos años estén ya comprometidas cantidades de ese orden de magnitud, para que además de fragatas, aviones y carros de combate, se planteen nuevas construcciones de helicópteros

de combate, submarinos, misiles, buques de desembarco, etc, con cargo a los presupuestos de investigación? ¿Y la investigación pública qué?

La segunda duda sobre la política científica del Gobierno surge al comprobar la disminución de los fondos presupuestarios destinados a la financiación de los proyectos de investigación de las Universidades y de los OPIS. En 1996 suponían el 17,1% del total del presupuesto público de I+D y se han convertido en sólo el 9,3% en 2002. *¿Es esto favorable* para nuestro sistema de ciencia y tecnología o supone un grave retroceso de la situación de nuestros investigadores? Si la financiación pública por investigador ha disminuido el 25%, entre esos años; *¿cómo se puede acortar la distancia* con otros países con estos recursos cuando ni siquiera se han cumplido los objetivos marcados por el Gobierno en el Plan Nacional de I+D+i (según los datos oficiales, en 2001 gastamos el 0,96% del PIB, cuando estaba previsto que llegáramos al 1,23%)?

La tercera duda reside en la capacidad de gestión del Ministerio de Ciencia y Tecnología, que tantas expectativas despertó. *¿Cómo se puede explicar* que desde su creación en 2000 hasta el año 2002 se hayan dejado de gastar 1.021 millones de euros? ¿Cómo explicar las tardanzas en la concesión de los proyectos, las becas o los contratos Ramón y Cajal, los recortes habidos, la anómala gestión de los fondos FEDER, el retraso en la resolución de la convocatoria de infraestructuras, la caída de la red informática en el momento de registrar los proyectos y un largo etcétera de anécdotas, convertidas ya en categoría, que han sufrido los investigadores, como muestran los diversos manifiestos y escritos de quejas firmados por miles de científicos?

La cuarta duda es el desarrollo de la política de apoyo a la I+D empresarial:

¿Cómo es posible que si, como se dice, España tiene el marco fiscal más favorable de Europa para la investigación, el desarrollo y la innovación, sigamos teniendo una inversión insuficiente del sector privado (53% del total de los gastos en España, en comparación con el 66% de media europea), que incluso se ha estancado el último año según los datos del INE?

¿Por qué se agranda la brecha tecnológica, como muestran los datos referidos a la balanza de royalties, las solicitudes de patentes

españolas en Europa (sólo el 0,59% del total) o el hecho de que haya aumentado nuestro índice de dependencia (del 24% en 1996 al 46% en 2001), disminuido el índice de autosuficiencia (del 0,03% al 0,02% en el mismo período) o que paradójicamente se estanque el número de patentes registradas por nuestras Empresas en el último ejercicio?

La quinta duda se refiere a la financiación externa de nuestra investigación:

¿Por qué si en 1995 se financiaba el sistema español de ciencia y tecnología con fondos procedentes del extranjero en un 6,7% , en el 2000 descendió al 4,9%, aunque se haya recuperado en 2001 (7.3%)?

¿Por qué los retornos correspondientes al V Programa Marco Europeo (1998-2002) empeoran año a año, ya que contribuimos al Presupuesto de la UE con el 7,3% y recibimos el 6,1%, cuando en el anterior Programa Marco estaba prácticamente equilibrada la situación?

La causa de todo esto reside en la falta de fondos nacionales de I+D suficientes para potenciar la participación de los grupos de investigación y empresas en el Programa Marco, lo que podría agravarse con la puesta en marcha de los instrumentos del nuevo Programa Marco.

Tengo muchas dudas más como, por ejemplo, la inexistencia de una política a medio y largo plazo de Recursos Humanos que permita converger con la UE, la indefinición de la carrera investigadora, la escasa creación de nuevas plazas de investigadores, tecnólogos y personal de apoyo, la situación de los jóvenes investigadores, que ya suponen el 25% del sistema (20.000 de 80.000 investigadores a dedicación plena), lo que indica un alarmante incremento de la precarización del mismo, la caída retributiva del personal de los OPIS, el futuro de los investigadores Ramón y Cajal o de otros contratados como los I3P del CSIC, pero sobre todo la falta de modelo de este Gobierno.

Pero citaré un último ejemplo, que ilustra los modos del Gobierno y que tiene que ver con la relación entre la Ciencia y la Sociedad. Es preocupante que se prohíba la investigación con células madre embrionarias cuando está permitida en otros lugares, pero es mucho peor que se persiga a los investigadores que quieren trabajar con ellas, obligándoles a emigrar a otros países. ¿Para qué sirve el Ministerio de Ciencia si no lidera nuestro sistema? ¿Por qué

se comporta como un dique en estos temas? ¿Por qué, cuando los científicos discrepan de la política del Gobierno, el máximo responsable les insulta, califica de panfleto su Manifiesto y afirma que son tonterías lo que allí se dice? ¿No sería más adecuado escucharlos, apoyarlos y no insultarlos y descalificarlos, como hizo en la interpelación que le formulé el pasado 28 de Mayo, en el Pleno del Congreso de los Diputados? Quizás sea debido a su desconocimiento del sistema y al desempeño de su cargo a tiempo parcial: sirva como anécdota, que llegó a faltar en el Parlamento el día de la presentación de una Ley tan importante como la de Telecomunicaciones, teniendo que hacerlo en su lugar, el Ministro de Agricultura. Sin comentarios.

En definitiva, muchas dudas razonables, que se tendría que plantear el actual ministro, Piqué, o quien le sustituya en los próximos meses. Para corregir los errores, después de las pruebas realizadas. Prueba y error. Rectificación y acierto.

Es necesario un Acuerdo o Pacto sobre la Ciencia, como el que propondrá en su momento mi partido, que contemple medidas a medio y largo plazo sobre Financiación, Recursos Humanos, Gestión, Innovación y relaciones entre Ciencia y Sociedad. Propiciando un incremento sostenido y continuado de los fondos públicos que reduzca la distancia con la media europea, o lo que es lo mismo, que permita superar nuestra brecha científica; diseñando una carrera investigadora que contemple la aprobación de un Estatuto del Investigador, que incluya también a los jóvenes científicos y les reconozca su papel clave en el sistema; reintegrando los préstamos destinados a I+D militar al sistema público de ciencia y tecnología cuando sean reembolsados al erario público para mejorar los recursos de las Universidades y los OPIS y para que sirvan como palanca de captación de fondos europeos; facilitando a las empresas, singularmente a las PYMES, el acceso al sistema de préstamos y subvenciones, flexibilizando las barreras administrativas; mejorando la transferencia de tecnología, con una conexión apropiada entre el sector público y el productivo, con una Oficina para el fomento de las invenciones patentables; reforzando el CDTI como ANEP tecnológica; favoreciendo nuevas formas de gestión con la creación de la Agencia de Financiación de la Investigación; o elaborando un Plan de Ciencia y Sociedad que permita

difundir y acercar la ciencia a los ciudadanos y que contemple medidas adecuadas para avanzar en la igualdad de géneros.

Un Proyecto real de política científica. Sin camuflajes presupuestarios. Con buena gestión.

Con ideas de futuro. Útil para la sociedad. Sin recelos hacia los investigadores, sino apoyándoles. En definitiva impulsando una ciencia que mire a la sociedad.

¿Existe discriminación de género en la Ciencia española?

Cristina García Viguera*
Socia de la AACTE

Ante tal pregunta creo que la respuesta más inmediata, que proporcionaría la mayoría de los/las investigadores/as españoles/as, es NO y, es más, casi la misma proporción dirá que en esta profesión la mujer tiene una situación privilegiada, en comparación con otras. Ello se debe a que, en general, no existen diferencias entre hombres y mujeres a la hora de obtener una licenciatura, ni una beca para realizar una tesis doctoral o una estancia post-doctoral en el extranjero, ni a la hora de la reincorporación, ni en los tribunales de oposición que juzgan las plazas del CSIC o la Universidad. Es más, muchos argumentan que “cada vez son más” las mujeres que ocupan cargos de Jefes de Departamentos, en la Universidad, o Directoras de Institutos o Centros, en el CSIC y que ciertas áreas de la Ciencia están siendo “copadas” por mujeres.

Teniendo en cuenta sólo lo anterior, no podemos decir que, a simple vista, exista discriminación por razón de género, pero..., *¿puede ser que la discriminación no sea tan obvia, pero que no por ello deje de existir?*

Hay un factor que siempre se aduce como “limitante”: la familia, ya que, ¿qué ocurre cuando una mujer tiene hijos? Admitamos que por parte de los compañeros e Instituciones donde desempeñe su trabajo no haya problemas, pero ¿qué edad media tienen las Científicas españolas cuando tienen su primer hijo?, ¿por qué deben plantearse la maternidad en función del trabajo o viceversa?, ¿por qué, incluso a nuestro nivel cultural, los hijos siguen siendo responsabilidad de la mujer? y sobre todo ¿qué medios pone el Gobierno, o esas mismas Instituciones, para hacer compatible

hijos/trabajo? *¿No es esta pasividad una forma de discriminación?*

En este mismo sentido e, incluso, en uno más amplio, ¿no existe también el jefe o compañero “comprensivo” que “entiende” que las mujeres tienen derecho a tener hijos y les recomiendan “que se dediquen a ellos y no se preocupe por su trabajo” (¡con todo lo que ello puede conllevar...!)? Ahorra bien, ¿cuántas veces se ha dado esa misma recomendación a un hombre? *¿No se puede considerar esto como un tipo de discriminación, llamémosla, paternalista?*

Pero..., yendo más allá..., ni todas las científicas están casadas, ni todas tienen hijos, y muchas tienen capacidad económica para contratar a alguien que cuide de los mismos o familias que echen una mano, por lo que “el problema” de la descendencia puede ser obviado y corresponde a cada investigadora afrontarlo como ella crea conveniente. Con esto eliminamos, teóricamente, la “barrera” para alcanzar puestos de más responsabilidad, gestión, etc., que demandan mucha más dedicación. Entonces... ¿dónde están las Decanas o Rectoras de las Universidades?, ¿y las Coordinadoras de Área o Presidentas del CSIC?, por poner sólo unos ejemplos. ¿Es que no hay mujeres capacitadas o es que ninguna acepta esos cargos cuando se los proponen?, ¿o es que ni tan siquiera se los proponen? Por tanto: *¿no estamos frente a una forma de discriminación, en el mejor de los casos, por omisión?*

Otro caso, relativamente común, es el del llamado “paraguas masculino”, es decir mujeres que son esposas o parejas de compañeros de trabajo. No niego que tengan “algún” tipo

* Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura, CSIC, Murcia.
Corr-ele: cgviguera@natura.cebas.csic.es

de privilegio, siempre similar al del “hijo de...”. Pero, mientras que los “hijos de...” dejan de serlo dependiendo de su propia valía (y en el peor de los casos por cuestión de edad), ¿cuántas “esposas de...” conocemos?, ¿cuándo dejan de serlo? y, sin embargo, ¿cuántos “esposos de...” hay en los grupos de investigación? *¿No existe en esa simple connotación un cierto tipo de discriminación?*

Incluso podemos plantear otras preguntas: ¿por qué la UE, el CSIC, etc., están tan preocupados con que exista un número equilibrado de hombres y de mujeres en los tribunales de evaluación, de oposición, etc.? ¿no es obvio que deben estar los mejores, independientemente de su género?, ¿es simplemente cuestión de estadística? Entonces... *¿no es esta obsesión por “llegar a un número” un tipo de discriminación?*

Creo, sinceramente, que en la Ciencia española es, quizás, donde más igualdad de

género exista, pero ¿hasta dónde?, ¿dónde se empieza a plantear la desigualdad?

Todas estos ejemplos y preguntas han surgido sencillamente de la lectura de artículos, de la vida cotidiana en el laboratorio o en el Centro del CSIC, o de conversaciones con otros/as investigadores/as, por lo que está claro que la lista que se podría hacer es mucho más larga. En este artículo no se ha pretendido, en ningún momento, hacer un análisis exhaustivo de la situación sino, simplemente, plantear una serie de preguntas. Las respuestas no son únicas, ya que cada lector, independientemente de su género, puede dar una diferente y extraer sus propias conclusiones.

Nota: datos interesantes pueden encontrarse en la página web del CSIC (<http://www.csic.es>), en el apartado de Información bibliográfica/ Informes CSIC (Estudios sobre mujeres investigadoras del CSIC), o en los artículos publicados en el número de Julio-Agosto, 2002, de la revista Albor.

España debe subirse al tren de la historia

Xavier Pujol Gebellí*

El tren de la historia de la investigación acaba de detenerse en la estación 'g' de genómica. Es un pequeño parón, simplemente destinado a sumar nuevos viajeros. España tiene ahí una oportunidad, aunque sea en vagones de segunda o tercera o incluso en el furgón de cola. Pero debe tomar una decisión: hay tiempo para subirse a un tren que lleva al futuro pero alguien debe pagar el billete.

El Proyecto Genoma Humano avanza cada vez a mayor velocidad. De vez en cuando, sin embargo, se detiene para dar a conocer sus logros. En esta ocasión ha sido para anunciar el desciframiento completo del código genético, un hito que llega dos años antes de lo previsto y que confirma que el camino iniciado en 1990 está llevando a puerto. Francis Collins, el director del Instituto Nacional de Investigación del Genoma Humano en Estados Unidos, y uno de los puntales de la apuesta pública para dar un vuelco total a la historia de la medicina y parcialmente a la de la biología, lo dijo el

pasado 15 de abril: "Es un día de significación histórica, acabamos de publicar la primera edición del libro de la vida".

No son, en absoluto, palabras vacías. Aunque los genes son todavía poco útiles para descifrar el impacto de muchísimas enfermedades y a pesar de que aún dan pocas pistas sobre cómo elaborar un fármaco específico, el concepto, que es lo que cuenta, está suficientemente solidificado como para que, en el fondo, todo quede reducido a una cuestión de tecnología y de tiempo. La primera, para extraer toda la información precisa y rescribir lo que la observación y la clínica ha ido catalogando a lo largo de la historia. Nadie duda, en este sentido, que habrá que reclasificar las enfermedades de acuerdo con el gen, la proteína o los complejos biológicos y con el entorno a las que están asociadas. El segundo, el tiempo, es imperativo por las imperfecciones tecnológicas y de conocimiento. La nueva aproximación debe impregnar no sólo la comprensión de la

* Xabier Pujol Gebellí colabora con Madri+D, de donde se ha reproducido el presente artículo con la autorización del autor. Corr-ele: xpujol@madrimasd.org

enfermedad, sino también de la salud, además de la ética, los negocios y el papel de los humanos en relación con nosotros mismos y con nuestro entorno y nuestra historia evolutiva.

El papel de España

¿Qué papel puede jugar España en este contexto? ¿Qué intervención se le puede pedir cuando un solo centro, el que dirige Collins, cuenta con un presupuesto de 3.000 millones de euros? ¿Hay alguna posibilidad de hacer algo? Una respuesta realista nos aleja sin ningún atisbo de duda de las grandes locomotoras: Estados Unidos, Gran Bretaña, Alemania, Francia, Japón y China. Una respuesta en exceso resignada nos situaría en el pelotón de mirones, aquellos que ven pasar el tren a gran velocidad y que compran, a precio de oro, la paquetería que trae consigo. Sin embargo, y sin caer en la tentación del maximalismo, pudiera haber la posibilidad de caminos de en medio que nos permitieran subirnos aunque fuera con el tren en marcha y apretujados sin comodidad alguna.

El gobierno español, encabezado por José María Aznar, anunció esta intención poco después de que Science y Nature publicaran los primeros borradores del genoma humano, en junio de 2000. Quién sabe si por la presión mediática, la exigencia social o el planteamiento de la comunidad científica o las tres cosas a la vez, el caso es que se hizo pública la intención de invertir en esta área para no dejar pasar de largo, de nuevo, el tren de la historia. Puesto que no se había participado en la primera fase, vino a decirse entonces, había que tratar por todos los medios de estar en la segunda, en la que se definirían las posibles aplicaciones. Se dijo, y era cierto, que ésta es la "fase de verdad" y que había tiempo y posibilidades de participar de ello.

La realidad, como suele ocurrir en España cuando se habla de ciencia, incluso si es desde el más alto nivel, nos ha devuelto a las medias tintas. Cierto es que algo se ha hecho. Pero con tanta lentitud y tanta timidez que el esfuerzo, además de insuficiente, puede acabar llevando a ninguna parte.

Autocrítica necesaria

En este punto conviene recordar lo prometido y contrastarlo con lo efectuado. Este ejercicio de autocrítica debiera servir para que el gestor y el político, pero también el

científico y el empresario, y si apuramos, incluso el ciudadano, tome conciencia de dónde estamos y de dónde podríamos estar.

La comunidad científica empezó a apercebirse de que podría quedarse literalmente fuera del Proyecto Genoma Humano hacia 1997. Fue entonces cuando, con el apoyo posterior de la ya desaparecida Oficina de Ciencia y Tecnología dirigida por Fernando Aldana, empezó a plantearse una Acción Estratégica de cuatro años de duración y un presupuesto global de unos 2.000 millones de pesetas, que sirviera para que la ciencia española simplemente se posicionara en este sector. El dinero previsto, concretado en 1998, no daba para más.

La Acción, sin embargo, jamás se ejecutó. Estuvo cerca de tres años guardada en un cajón y, cuando se desempolvó, fue para redactar una nueva acción, en este caso denominada 'especial', ya con el Ministerio de Ciencia y Tecnología en marcha. Esta acción especial, anunciada a bombo y platillo, se complementó con el anuncio de instrumentos para la promoción de la genómica y una cuantiosa inversión de 26.000 millones de pesetas en tres años.

De nuevo, la realidad. Si la inversión, equivalente a unos pocos kilómetros de autopista o a los fichajes estrella del Madrid galáctico, hubiera consistido en dinero fresco, otro gallo hoy nos cantaría. En lugar de dinero fresco, lo que hubo fue una simple recomposición de bases de datos: cualquier proyecto que incorporara la investigación genética en sus múltiples variedades y que ya se venía pagando a través de las convocatorias competitivas convencionales, pasó a ser considerado como inversión en genómica.

Así se consiguió sumar cerca de 8.000 millones de pesetas por año dedicados a esta área. Y así se argumentó como inversión del país. Pero sólo mil de esos millones se podía considerar dinero adicional. Y se destinó a una acción especial para grupos integrados que solicitaron, en conjunto, una suma superior a los 12.000 millones. La resolución de la convocatoria tardó casi un año en llegar. Y su pago, dos años después, sólo se ha solventado al 50%. El resto está pendiente de la solución que se adopte para los fondos FEDER.

Lo único positivo

Como única nota positiva en estos últimos tres años destaca la puesta en marcha de la Fundación Genoma España. Aunque apenas lleva seis meses andando y su presupuesto

ronda los 8 millones de euros (cantidad a todas luces insuficiente), objetivamente se trata de la única propuesta claramente enfocada a tratar de vehicular las muchas carencias que existen en España.

Desde la Fundación, dirigida por José Luis Jorcano, se están emprendiendo acciones que, en parte, recogen las reclamaciones de la comunidad científica en esta materia. Ramón Marimón, el anterior Secretario de Estado de Política Científica y Tecnológica, reunió a los principales investigadores en genoma humano, de microorganismos y vegetales, para conocer sus necesidades y tratar de plantear un plan de acción.

En resumen, lo que los investigadores demandaron fueron infraestructuras científicas y plataformas tecnológicas, formación, sistemas de información y participación en proyectos internacionales. Entendían que la inversión debía dedicarse, en definitiva, a construir cimientos en lugar de subvencionar proyectos de investigación concretos, puesto que los recursos se adivinaban precarios.

Las respuestas a estas demandas no han venido de Ciencia y Tecnología, que parece haber delegado toda responsabilidad, sino de la Fundación Genoma, que está tratando de coger el toro por los cuernos. Sus propuestas son:

acuerdo de colaboración con Genome Canadá, la institución que se está mostrando más activa en estos momentos en el concierto internacional en el desarrollo de aplicaciones genómicas; el desarrollo de un centro virtual de bioinformática y el anuncio de otro centro, probablemente nodal, dedicado a genotipación. En paralelo, está tratando de 'captar' empresas interesadas en el sector, definir mecanismos de transferencia de tecnología y participación en proyectos de calado internacional, como la segunda fase del HAP MAP, el gran proyecto de identificación de regiones del cromosoma asociadas a enfermedades.

La labor de la Fundación y las pocas acciones desarrolladas (se constituyó oficialmente en septiembre de 2002) dan idea de la voluntad. Si ésta se hubiera puesto en marcha hace tan sólo tres años y se hubiera dotado económicamente con fondos suficientes, ahora estaríamos hablando en otros términos mucho más favorables. Quizás todavía estemos a tiempo de encarrilar la situación y el sistema recupere la credibilidad ahora dañada. Pero para ello es imprescindible una acción decidida. Si no se toma, pasará como otras veces: que habremos comprado un billete poco apropiado para el tren que queremos tomar.

NOTICIAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Evaluación de los Programas de Investigación del Plan Nacional (2000-2003)

La Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) ha elaborado un informe de evaluación de los Programas de Investigación Básica No Orientada y Científico-Tecnológicas del Plan Nacional de I+D (2000-2003)¹. El informe es muy crítico con el Plan y hace una serie de recomendaciones de cara a la elaboración del próximo Plan (PN 2004-2007). Las críticas se refieren tanto a la insuficiencia de los recursos económicos destinados a los proyectos como a la deficiente gestión económica y administrativa, a la falta de coordinación del plan con otros programas, a las dudas respecto de los procesos de evaluación de las propuestas, a los retrasos inadmisibles en la liberación de fondos y a otros aspectos.

Entre las recomendaciones, además de las encaminadas a corregir los problemas mencionados, cabe destacar la de habilitar instrumentos y mecanismos para la incorporación y movilidad de investigadores de calidad, así como la de promover una mayor flexibilidad en la distribución del dinero en partidas y el refuerzo de los apoyos a la financiación de infraestructuras (tanto para su adquisición como para su mantenimiento). Se recomienda también que se contemplen diversas modalidades de proyectos, con diferente estructura y diferentes criterios de evaluación y de asignación de fondos:

- Proyectos para grupos consolidados que mantienen su actividad.
- Proyectos coordinados que permitan crear grupos con mayor masa crítica, compartir recursos y complementar líneas de investigación.
- Proyectos para grupos emergentes que inician su labor científica independiente (contratados Ramón y Cajal, entre otros).
- Proyectos innovadores, de apertura de nuevas líneas de trabajo o de variación sustancial de la actividad investigadora del grupo.

Además, el informe considera que deberían potenciarse los proyectos de colaboración real con la empresa privada, en los que ésta tenga una contribución económica y que, asimismo, debería mejorarse la interacción con los programas industriales y crear mecanismos específicos para el desarrollo de proyectos entre "spin-offs" y centros de investigación.

Se recomienda además que se lleve a cabo una política científica y técnica de las máximas transparencia y simplicidad burocrática, que incluya a todos los investigadores y no sólo a los que estén constituidos en redes de excelencia.

Por último, el informe deja constancia de la gran preocupación que suscita en la comunidad investigadora la excesiva y creciente dependencia económica del Plan de la financiación de fondos estructurales comunitarios, en especial ante la previsión de su finalización FEDER en 2006.

También con vistas a la elaboración del próximo Plan Nacional de I+D+i (2004-2007) la Secretaría General de Política Científica realizó una encuesta para conocer la opinión de los investigadores sobre diversos aspectos del plan actual (2000-2003). Los resultados están disponibles en internet².

Manifiesto por la Ciencia

El Claustro Científico del Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid del Consejo Superior de Investigaciones Científicas expuso recientemente su preocupación por la situación de la Ciencia española en un manifiesto³ que ha recibido cerca de 3000 adhesiones individuales, así como tres

¹ <http://www.plannacional.info/InformeFecyt.htm>

² <http://www.plannacional.info/default.htm>

³ <http://www.icmm.csic.es/manifiesto/manifiesto.pdf>

colectivas¹. Este Manifiesto, junto con la lista de adhesiones se envió el 13 de abril de 2003 a la Presidencia del Gobierno, al Ministerio de Ciencia y Tecnología, a los miembros de las Comisiones de Ciencia y Tecnología del Congreso de Diputados y del Senado, a los Secretarios Generales de los principales Partidos Políticos, a los Presidentes de Organismos Públicos de Investigación, a los Rectores de Universidad, y a los Presidentes de las Reales Academias.

El manifiesto, que ha recibido cierta atención por parte de los medios de comunicación, denuncia la situación actual y exige que se considere el futuro de la Ciencia española una cuestión de Estado y que se establezca una política científica a medio y largo plazo, independiente de los “vaivenes” políticos. Este texto viene precedido de un comunicado del mismo claustro² que, en un tono más duro, reflejaba el gran malestar de los investigadores por la situación de la ciencia y, muy especialmente, por la situación del CSIC.

El ministro de Ciencia y Tecnología ha respondido a este manifiesto calificándolo como “panfleto”. En respuesta a una interpelación parlamentaria del diputado socialista Jaime Lissavetzky, Piqué afirmaba el pasado 28 de mayo que la ciencia nunca ha estado en España mejor que ahora y los más de 2.900 firmantes del Manifiesto por la Ciencia que critican la situación actual no merecen ninguna consideración porque el “pretendido manifiesto” es “un panfleto”³.

“Cuando se dicen tamañas tonterías es difícil prestarles atención”, dijo Piqué refiriéndose al Manifiesto, quien añadió que 3000 firmantes no son representativos de los 150.000 científicos españoles. Según el diputado socialista Lissavetzky, la cifra oficial de investigadores españoles a tiempo completo es de 80.000, incluyendo los dedicados a ciencias sociales y humanidades.

Jean Pierre Serre obtiene el primer “Nóbel” de Matemáticas (premio Abel)

La Academia Noruega de Ciencias y Letras ha establecido el Premio Abel de Matemáticas, que por la cuantía de su dotación (760.000 euros) y por sus condiciones pretende ser el equivalente al Premio Nóbel. Hasta ahora no existía un premio similar en el campo de las matemáticas, ya que Nóbel no lo instituyó. El premio más importante en matemáticas, la Medalla Fields, se concede cada cuatro años y solamente a investigadores jóvenes. El nuevo premio, que lleva el nombre del matemático Noruego Niels Hendrik Abel, se concederá anualmente por la labor de toda una vida. El primer premio Abel ha recaído en el matemático francés Jean Pierre Serre “por su papel central en la elaboración de la forma moderna de numerosas partes de las matemáticas, en particular la topología, la geometría algebraica y la teoría de números”. Serre continúa siendo el receptor más joven de una medalla Fields, que se le concedió en 1954, a la edad de 28 años.

Respuesta de los investigadores españoles en el extranjero al Ministro de Ciencia y Tecnología

En su número del 31 de Enero, *Science* publicó una entrevista de Xavier Bosch con el Ministro de Ciencia y Tecnología J. Piqué. En ella, y en relación con el problema de la fuga de cerebros, el ministro declaró que ahora hay muchos más científicos extranjeros trabajando en España que científicos españoles trabajando en el extranjero⁴. Esta afirmación motivó una respuesta por parte de un grupo de ocho investigadores españoles en el extranjero que *Science* publicó el 4 de Abril con la adhesión de otros 2704 investigadores⁵.

En su respuesta, los investigadores señalan que no pudieron obtener los indicadores globales pertinentes de ninguna fuente oficial, pero presentan un estudio comparativo que contradice la afirmación del ministro. La endogamia española parece una de las barreras para obtener una plaza y el Programa Ramón y Cajal prácticamente la única oportunidad para los investigadores extranjeros.

¹ <http://www.icmm.csic.es/manifiesto/lista.pdf>

² http://www.icmm.csic.es/noticias/claustro_icmm.htm

³ Diario del Congreso, 28 de mayo de 2003, número 254, páginas 13.101 a 13.107

⁴ X. Bosch, *Science* **299**, 653 (2003)

⁵ C. Muñoz-Pinedo *et al.*, *Science*, **300**, 51 (2003).

Sin embargo, de 1300 plazas RyC existentes en 2001 y 2002 sólo 209 fueron para investigadores extranjeros. En cambio, en el mismo período 628 postdocs españoles salieron al extranjero, contando sólo los financiados por el Ministerio de Educación.

Los investigadores concluyen que las condiciones actuales no son las adecuadas ni para reincorporar a los investigadores españoles que trabajan fuera ni para atraer a los extranjeros y emplazan al ministro y a sus sucesores a establecer una política científica a largo plazo que atraiga a investigadores de alta calidad, independientemente de su país de origen.

Cabe destacar que, en un reciente informe¹, la Unión Europea se muestra más preocupada que el Ministro español con respecto a la fuga de cerebros. Además, según este informe, España es, después de Italia, el país de la Unión Europea con una menor proporción de investigadores extranjeros frente al total de investigadores.

BREVES

Reactor de Fusión y guerra

Dada la disputa entre las dos candidaturas europeas para ubicar un reactor de fusión (Vandellós, España y Caradache, Francia), se aboga presentar una sola propuesta por parte de la UE para hacer frente a otras candidaturas (Canadá y Japón); flota en el pensamiento que esta estrategia podría favorecer a España frente a Francia, por el apoyo que prestaría USA a nuestro país con motivo de la guerra de Irak y el rechazo norteamericano hacia Francia, que se opuso. En el proyecto estarían incluidos 1.500 científicos de la UE, USA, Canadá, Japón, Rusia y China, con un gasto inicial de unos 5.000 millones de euros, de los cuales un 10% sería a cargo del país sede.

España alcanzará la media europea en I+D+i en un siglo

El ritmo de crecimiento del I+D español es tan lento que la UE estima que necesitará un siglo para llegar a la media actual (gasto del 2 % del PIB.). No obstante, España desea implantar un reactor de fusión, un sincrotrón, etc.; la pregunta ahora es si, con el escaso presupuesto de I+D español existente, España puede permitirse esos “lujos” de pagar un viaje a un astronauta, financiar la construcción del mencionado reactor, etc., sin aumentar su porcentaje sobre el PIB.; y qué consecuencias conllevaría al resto del sistema I+D. Si España es el país de la UE. que está aumentando más deprisa la plantilla de personal en I+D, significa paradójicamente otro agravamiento del problema, puesto que los mismos fondos se deberán distribuir entre más científicos.

Fondos europeos para Proyectos científicos españoles.

Por fin se van a librar los fondos europeos, gastados por adelantado por España, que iban a ser destinados a sufragar proyectos científicos españoles, relacionados con los Fondos FEDER (regiones de Objetivo 1). Esto es una buena noticia por el grave problema que gravitaba sobre muchos científicos hispanos.

Relevo en el CSIC

Se ha producido el relevo de la Presidencia del CSIC., el mayor Organismo de investigación español. El Prof. Lora Tamayo (Jr.) ocupa el puesto que dejó vacante el Prof. R. Tarrach. Se da la circunstancia de que, en la comparecencia en el Senado de este último hacía escasos meses, había expresado alabanzas hacia su Ministro (J. Piqué), su propia gestión y sobre la marcha del CSIC, mientras que al dimitir (justo a los dos años de mandato) expresó su amarga desazón porque el CSIC continuaba con sus eternos problemas y que su Ministro no le recibía: ¿Contradicciones políticas o de la política?. De las primeras medidas tomadas por el nuevo Presidente ha sido el nombrar una Comisión de ‘sabios’ para el *aggiornamento* del CSIC y en la cabeza ha designado al ex Presidente que nombró Vicepresidente al actual Presidente del CSIC: ¿Quién llevará a cabo dicho *aggiornamento* con elecciones generales el próximo año, si es previsible que los catalanes pueden volver a decidir quién se aposentará en La Moncloa en el 2004?.

¹ http://www.cordis.lu/rtd2002/indicators/third_report.htm

CIENCIA Y SOCIEDAD

El tabaco está de moda

Con motivo del día mundial del tabaco la Organización Mundial de la Salud ha acordado prohibir la publicidad sobre el tabaco y endurecer los avisos sobre el peligro de fumar. Se multiplican las publicaciones sobre los efectos perjudiciales del tabaco. Aunque estudios epidemiológicos muestran claramente el efecto del consumo de tabaco sobre la incidencia de cáncer de pulmón, algunos artículos científicos ponen en duda este efecto nocivo en fumadores pasivos. Un estudio reciente realizado sobre 118.000 personas muestra que las esposas de fumadores tienen la misma probabilidad de contraer un cáncer de pulmón o problemas del corazón que las que viven en casas de no fumadores. Casualmente estos estudios han sido financiados por empresas multinacionales tabaqueras. Quizás por dicho motivo estos días circulan por diferentes revistas científicas artículos sobre dicha temática. Y, mientras, a Cuba se le multiplican los problemas porque, además de no existir demanda de azúcar, tampoco de cigarros (más otros derivados de los Derechos Humanos que, paradójicamente, vela por ellos en la Comisión correspondiente de las ONU).

Europa apoya la clonación de células madres

El 55 % de los europeos está a favor de la clonación y uso de las células madres, siendo los más favorables los países nórdicos (64%) y los menos Holanda e Irlanda (sólo un 40%). España se encuentra por encima de la media (58%), junto con los países de su entorno. Sin embargo, sobre la opinión acerca del uso de cultivos transgénicos, paradójicamente, los países más favorables son, además de España, Holanda e Irlanda.

El Protocolo de Kyoto no se cumple

Como era de prever, el Protocolo de Kyoto ni se cumple ni se cumplirá mientras las naciones democráticas desarrolladas no pongan fin a sus deseos de un más alto nivel de vida, ni las religiones a favorecer el control de natalidad. Al contrario, se supone que por estas dos causas los niveles de gases de invernadero (principalmente CO₂) se habrán duplicado en el año 2030 al ritmo actual, si la crisis económica no nos lleva a consecuencias trágicas, como ya ha sido un aviso la propia guerra de Irak. Margot Wallström, Comisaria europea de Medio Ambiente, ha advertido que la Unión Europea se está alejando cada vez más de sus compromisos de Kyoto para reducir las emisiones responsables del cambio climático, señalando que: "Los progresos alcanzados hasta ahora deben estar acompañados de medidas adicionales". También instó a los Estados miembros con peores resultados a que tomen las acciones necesarias para cumplir sus compromisos derivados del Protocolo de Kyoto. La U. E. debe reducir, para el período 2008-2012, un 8% sus emisiones de gases invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre) con respecto al nivel de 1990. Los datos de la AEMA demuestran también que diez de los quince Estados miembros de la U. E. (es decir, todos menos Alemania, Suecia y Reino Unido) van a superar ampliamente su proporción acordada del total de emisiones de gases de efecto invernadero que la U. E. se ha marcado como objetivo; en resumen, los estudios demuestran que, con el ritmo de crecimiento actual, Europa necesita aumentar un 18 % esas emisiones. En el caso de España, para quien los objetivos de la U. E. permiten un aumento de las emisiones del 15 % respecto a 1990, en 2001 ese límite se superaba ampliamente, situándose en un 32 % en relación a los niveles de 1990. La pregunta es cuántos votos tendría un partido político que dijera que es necesario parar el desarrollo y la promoción social para producir menos CO₂.

La doble hélice cumple años

La revista Nature publicó el 25 de abril de 1953 un escueto artículo en el que James Watson y Francis Crick, del Cavendish Laboratory, en Cambridge, proponían «una estructura radicalmente diferente» para la sal de ácido nucleico. Por primera vez, aunque pasase algo inadvertido, se habló de una doble hélice para el ADN. Nueve años más tarde recibirían el Nóbel por su descubrimiento.

ARTÍCULO

Análisis de Redes Sociales: o como representar las estructuras sociales subyacentes

Luis Sanz Menéndez

*Unidad de Políticas Comparadas, Consejo Superior de Investigaciones Científicas
C/ Alfonso XII, 18, 28014 Madrid**corr-ele: lsanz@iesam.csic.es*Asociación para el Avance de la Ciencia y la Tecnología en España (AACTE)
© 2003 AACTE**1. Introducción**

Los científicos sociales utilizan los conceptos y categorías asociados al análisis de redes para el estudio de asuntos variados; el análisis de redes es una aproximación intelectual amplia para identificar las estructuras sociales que emergen de las diversas formas de relación, pero también un conjunto específico de métodos y técnicas.

Desde hace décadas las tradiciones dominantes en las Ciencias Sociales han construido los modos de explicación científica, bien a partir de modelos causales, que generalmente se han aplicado a estructuras *macro* –sociales o económicas–, bien a partir de modelos intencionales que han servido para construir explicaciones de naturaleza *micro*, que se centraban en la conducta individual. El surgimiento en sociología y antropología social de enfoques que resaltaban la emergencia de estructuras macro-sociales a partir de las interacciones de los individuos ha respondido a la necesidad de conectar los diversos niveles de análisis. Ya en los años sesenta se consolidó el esfuerzo por aplicar la formalización matemática a intuiciones previamente expresadas con metáforas; desde entonces la teoría de grafos (Harary y Norman, 1953) se ha convertido en el sustrato formalizado para el desarrollo del análisis de redes (ver cuadro 1).

En definitiva, el "análisis de redes sociales" es un método, un conjunto de instrumentos para conectar el mundo de los actores (individuos, organizaciones, etc.) con las estructuras sociales emergentes que resultan de las relaciones que los actores establecen. Por tanto, el análisis de redes debe ser visto más como un

conjunto de técnicas con una perspectiva metodológica compartida que como un nuevo paradigma en las ciencias sociales.

2. El modelo subyacente

El análisis de redes sociales ARS (*social network analysis*)¹, también denominado análisis estructural, se ha desarrollado como herramienta de medición y análisis de las estructuras sociales que emergen de las relaciones entre actores sociales diversos (individuos, organizaciones, naciones, etc.)². El ARS es un conjunto de técnicas de análisis para el estudio formal de las relaciones entre actores y para analizar las estructuras sociales que surgen de la recurrencia de esas relaciones o de la ocurrencia de determinados eventos.

El análisis de redes comienza prestando atención especial al estudio de las estructuras sociales insistiendo, por tanto, menos en por qué la gente hace lo que hace y más en la comprensión de los condicionantes estructurales de sus acciones. La asunción básica del análisis de redes es que la explicación de los fenómenos sociales mejoraría analizando las relaciones entre actores. El análisis de redes sociales generalmente estudia la conducta de los individuos a nivel *micro*, los patrones de relaciones (la estructura de la red) a nivel *macro*, y las interacciones entre los dos niveles.

¹ Para una introducción al análisis de redes pueden utilizarse los manuales de Berkowitz (1982), Knoke y Kuklinski (1982), Scott (1991), o Wasserman y Faust (1994). En castellano existen algunos textos divulgativos, tales como Rodríguez (1995) o Molina (2001).

² Y, más recientemente, en el estudio de las formas organizativas (*Organization Studies*, 1998).

Cuadro 1. La teoría de Grafos.

La teoría de grafos ha sido muy útil para el ARS porque: 1) tiene un vocabulario que puede ser utilizado para analizar muchas propiedades de las estructuras sociales; 2) nos ofrece las operaciones matemáticas por las cuales esas propiedades pueden analizarse y medirse; y 3) nos permite probar teoremas sobre los grafos y, por tanto, deducir y someter a test determinados enunciados.

Un grafo G consiste en dos conjuntos de información: un conjunto de nodos, $N = \{n_1, n_2, \dots, n_g\}$ y un conjunto de líneas, $L = \{l_1, l_2, \dots, l_L\}$ entre pares de nodos. En un grafo hay g nodos y L líneas. Un grafo se representanta como $G(N, L)$. Se dice que dos nodos son adyacentes si la línea $l_k = (n_i, n_j)$ está incluida en el conjunto de líneas L .

Basado en Iacobucci, en Wasserman y Faust (1994), capítulo 4.

En el análisis de redes se describen y estudian las estructuras relacionales que surgen cuando diferentes organizaciones o individuos interactúan, se comunican, coinciden, colaboran etc., a través de diversos procesos o acuerdos, que pueden ser bilaterales o multilaterales; de este modo la estructura que emerge de la interrelación se traduce en la existencia de una red social. Las redes sociales son, por tanto, conjuntos de relaciones sociales o interpersonales que ligan individuos u organizaciones en "grupos".

Como fruto de las "relaciones", directas e indirectas, entre actores (la interacción, la co-

municación, el intercambio, etc.), se pueden identificar estructuras relacionales a las que atribuir la emergencia de propiedades sistémicas; ésta estructuras emergentes nos pueden ayudar a comprender, y por tanto a predecir e incluso a gestionar mejor, los resultados de la acción humana.

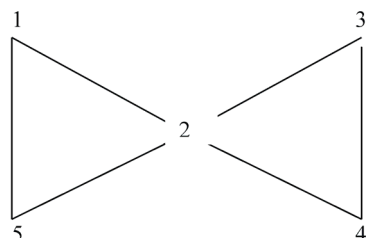
De modo general, el ARS pretende analizar las formas en que individuos u organizaciones se conectan o están vinculados, con el objetivo de determinar la estructura general de la red, sus grupos y la posición de los individuos u organizaciones singulares en la misma, de modo que se profundice en las estructuras

Cuadro 2.- Matrices y grafos

El ARS se ha consolidado como técnica de análisis de las relaciones gracias a la utilización del álgebra matricial y de los grafos. Imaginemos que queremos analizar las relaciones de amistad entre un conjunto de 5 individuos, y que la existencia o no de esa relación la representamos con 1 y 0.

	1	2	3	4	5
1	-	1	0	0	1
2	1	-	1	1	1
3	0	1	-	1	0
4	0	1	1	-	0
5	1	1	0	0	-

Representemos ahora estas mismas relaciones de amistad por medio de un grafo o sociograma



Las dos formas de representación nos dicen lo mismo de la estructura de relaciones de amistad y nos permiten determinar, tanto las características de la estructura como la propiedades de la posición de cada amigo en la red. Existen formas más complejas de representación de los vínculos, cuando las líneas son dirigidas, por ejemplo pensemos en las relaciones de paternidad, donde la relación es "de padre a hijo" y cuando la relación tiene diversos valores, por ejemplo, la intensidad en la relación de amistad.

sociales que subyacen a los flujos de conocimiento o información, a los intercambios, o al poder (ver cuadro 2).

3. La estructura de las redes y la conducta individual: relaciones causales

Obviamente una idea fundamental que sustenta el ARS es que las interacciones entre individuos y organizaciones en la red social, además de reflejar los flujos de conocimiento y comunicación, podrían tener un impacto relevante en el comportamiento de los actores, así como resultados en las estructuras de poder identificables y en los procesos de aprendizaje.

El ARS analiza también cómo la estructura social de relaciones en torno a las personas, grupos, u organizaciones afecta a las creencias y a la conducta de los mismos. Las presiones causales son inherentes a la estructura social, siendo el análisis de redes un conjunto de métodos para detectar y medir la magnitud de esas presiones.

Aunque las aproximaciones más deterministas normalmente enfatizan que el análisis de redes permite el estudio de cómo la estructura de relaciones sociales alrededor de una persona, grupo u organización afecta a su conducta y actitudes, las acciones intencionales estructuralmente limitadas de los individuos también pueden afectar la estructura social. Las redes sociales son a la vez la causa y el resultado de las conductas de los individuos. Las redes sociales crean y limitan las oportunidades para la elección individual y de las organizaciones; al mismo tiempo los individuos y organizaciones inician, construyen, mantienen y rompen las relaciones y, a través de estas acciones,

determinan y transforman la estructura global de la red.

Los investigadores en este campo se interesaron por cómo las propiedades estructurales afectan la conducta más allá de las prescripciones normativas, los atributos personales y las relaciones diádicas (bilaterales). Por tanto, se concentran en estudiar cómo los patrones de lazos en las redes generan oportunidades significativas y restricciones que afectan el acceso de la gente y las instituciones a recursos tales como la información, la riqueza o el poder. Sin embargo, determinar qué estructura de red y qué posiciones crean grandes oportunidades o, por el contrario grandes restricciones, depende del valor instrumental de las relaciones de que se trate en cada estudio (ver cuadro 3).

Así pues, el análisis de redes trata los sistemas sociales como redes de dependencia que resultan de la diferente posesión de recursos escasos en los nodos y de la asignación estructurada de esos recursos a los vínculos.

4. Un poco de historia: La interacción, el intercambio y la comunicación como constructores de redes.

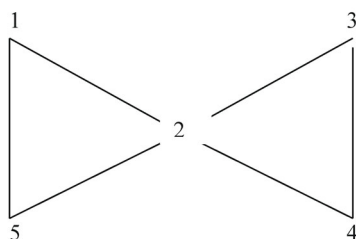
Tres grandes tradiciones de las ciencias sociales han convergido en el uso del ARS; el concepto antropológico de “red social”; la concepción sociológica de la estructura social como “red social”; y las explicaciones “estructurales” del proceso político.

Desde los primeros trabajos de Barnes (1954) o Bott (1957) intentando describir las estructuras sociales en términos de redes, enlazando con las tradiciones de la sociometría norteamericana, el concepto de red ha sido

Cuadro 3.- El “acceso a recursos” de los miembros de la red

Pensemos en la relación de amistad entre individuos que se representa en Cuadro 2. Imaginemos por un momento que el actor número 3 necesita un crédito hipotecario, y que 5, de quien no es amigo directamente, es el director de un banco.

La existencia de un amigo común, el actor 2, en el conjunto de esa red es sin duda un elemento que puede facilitar a 3 acercarse al actor 5.



familiar en las ciencias sociales. En sociología el tradicional concepto de estructura social se ha visto influenciado por el énfasis en los patrones de vinculación que afectan la conducta social (Simmel, 1908), por un interés desde la epidemiología a la teoría de la comunicación en los procesos de difusión de los recursos (Coleman *et al*, 1966; Rogers, 1979), así como por los desarrollos en la teoría del intercambio (Blau, 1964; Homans, 1961) y la preocupación sobre el poder basado en los recursos (Emerson, 1962; Cook y Whitmeyer, 1992); todo esto añadido a la presencia del razonamiento matemático en las ciencias sociales (White, 1965), ha concluido en un desarrollo sociométrico para medir cuantitativamente las propiedades de las redes (Freeman, 1979),

En el campo específico de la ciencia y la tecnología, el estudio sobre los *colegios invisibles* (Crane, 1972) fue uno de los primeros trabajos que utilizó la idea de las redes de comunicación entre científicos como forma de explicar el crecimiento del conocimiento científico; en este contexto las redes son mecanismos de comunicación, transmisión de información y aprendizaje, pero representan también estructuras de poder. Desde entonces, el fenómeno de las redes de colaboración se ha aplicado al estudio de la ciencia, la tecnología o la innovación desde diversas perspectivas¹.

El ARS se ha aplicado en un número significativo de campos, desde “las organizaciones comunitarias sin ánimo de lucro” (Laumann *et al* 1978) hasta entre las empresas (Stokman *et al* 1985), pasando por la estructura de poder en la Florencia de los Medici (Padgett y Ansell, 1993). Pero la consolidación del análisis de redes ha venido precisamente de evidenciar los efectos que los diferentes patrones y estructuras de red tienen en el acceso de los miembros a los recursos (Granovetter 1973 y 1974). Así pues, el acceso a los recursos –del tipo que

sean– parece fuertemente asociado a la forma de las redes sociales.

Los investigadores españoles no han sido ajenos a la representación de las estructuras sociales utilizando ARS. Por ejemplo, recientemente, se han analizado: la estructura emergente de los consejos de administración de las empresas españolas (Aguilera, 1998), la estructura del poder en España (Rodríguez, 1999), los efectos estructurantes de la política de I+D sobre un campo de investigación (Sanz Menéndez, 2001), las estructuras emergentes, y sus propiedades para la difusión del conocimiento y la innovación, de la colaboración en la ejecución de proyectos de I+D (Sanz-Menéndez, Fernández y García, 1999) o las redes sociales que surgen de la coautoría de trabajos científicos (Molina, Muñoz y Losego, 2000)².

La comunidad de investigadores que desarrollan modelos y métodos se ha consolidado actualmente en torno a algunas revistas, entre las que destaca *Social Networks* y *Connections*, la revista de la *International Network for Social Network Analysis*³. Por otro lado, el desarrollo de paquetes informáticos específicos⁴ ha permitido la expansión de los trabajos, más allá de las herramientas tradicionales del análisis de conglomerados (clusters) y de escalado multidimensional (MDS), presentes en los paquetes estadísticos al uso.

5. Operativización, formalización y técnicas

Este énfasis en las propiedades estructurales de las redes informa el modo en el cual los investigadores plantean las preguntas, organizan la recolección de datos y desarrollan los métodos analíticos.

¹ Shrum y Mullin (1988) revisan los estudios intra e interorganizativos en “ciencia y tecnología” y DeBresson y Ames (1991) los trabajos sobre “las empresas innovadoras que trabajan conjuntamente”. Hagedoorn y Schakenraad (1992) aplican el análisis de redes a los tipos de acuerdos cooperativos entre empresas o Cabo (1997) al estudio de las redes de colaboración que surgen de proyectos conjuntos de investigación; también son abundantes los estudios de co-ocurrencia o co-citación en bibliometría y análisis de patentes (Leydesdorff, 1995).

² Por otro lado, en el mundo de habla hispana se ha constituido un foro (<http://www.redes-sociales.net/>) y una revista que recoge algunos trabajos, basados en el análisis de redes: (“<http://revista-redes.rediris.es/>”). Por otro lado, recientemente la revista *Política y Sociedad* (2000) ha publicado un monográfico sobre Redes Sociales.

³ <http://www.sfu.ca/~insna/indexConnect.html>

⁴ A principios de los años 90 competían tres paquetes en entorno MS DOS (GRADAP (Stokman y Sprenger, 1989), STRUCTURE (Burt, 1991) y UCINET (Bogartti, Everett y Freeman, 1999); con el paso de los años y la transición a Windows el programa más estándar en el análisis sociológico es UCINET.

La forma más directa de estudiar una estructura social es analizar los patrones de vínculos que ligan a sus miembros. El análisis de redes busca las estructuras profundas. La red es un constructo relacional, en el cual las descripciones se basan en los conceptos de vínculos (*ties*) que unen actores (*nodes*) que pueden ser personas, grupos, organizaciones o clusters de vínculos -así como de personas- en un sistema social.

El análisis estructural y de redes se fundamenta, empíricamente, en la creación y desarrollo de la matriz de relaciones y en la construcción del grafo. Cuando va a desarrollarse un análisis relacional, el material básico para el análisis es la construcción de la matriz que liga a los actores entre sí. Frente a la forma tradicional de las variables, los atributos, para llevar a cabo análisis de redes hay que transformar los datos disponibles a una forma relacional, que tiene normalmente la forma de matriz.

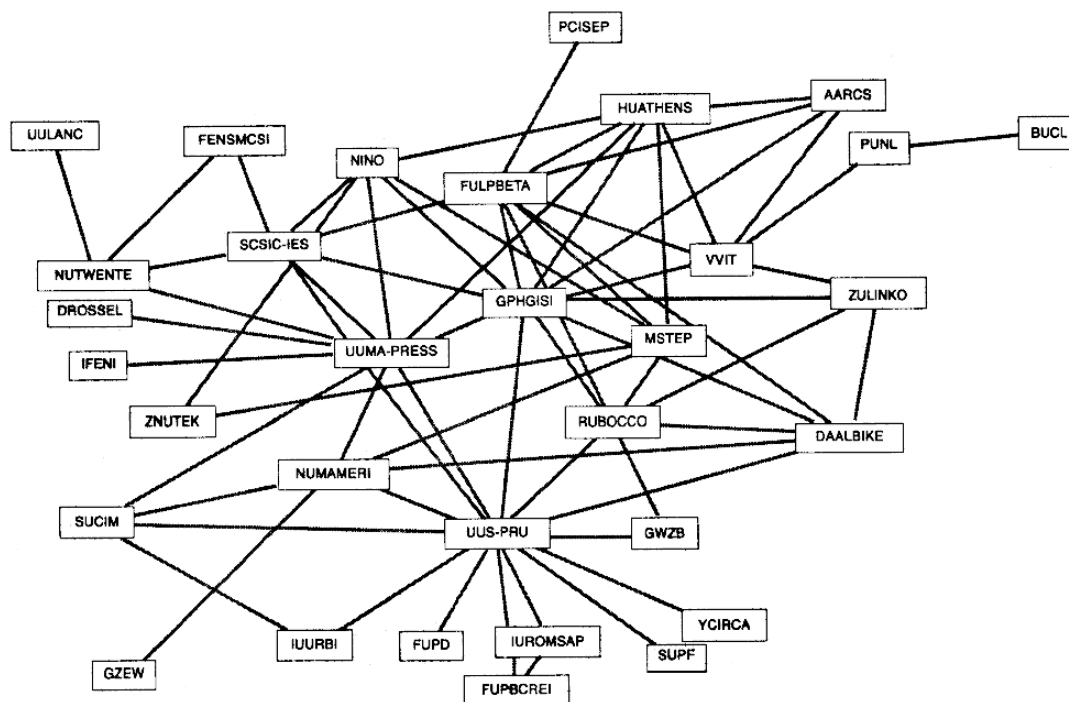
Los elementos básicos que definen una red son esencialmente dos: los actores que establecen las relaciones entre sí, y estas relaciones; los primeros son representados por puntos en la red o nodos y los segundos por líneas. Si los actores se describen como nodos y sus relaciones como líneas entre pares de nodos, el concepto de red social pasa de ser una metáfora a una herramienta operativa analítica que utiliza el lenguaje matemático de la teoría de grafos, de las matrices y del álgebra relacional (ver cuadro 4).

Se pueden construir múltiples tipos de redes, las más comunes se corresponden con redes de modo-uno, es decir aquellas en las que todos los actores pertenecen a un único conjunto; un caso particular de redes de modo-dos, son las denominadas redes de afiliación, caracterizadas por tener un único conjunto de actores y un conjunto de eventos. Como en el caso que se presenta a continuación en la

Cuadro 4. Las propiedades de la red y la posición de los actores

El grafo que se presenta es una construcción de la matriz de relaciones a partir de una red de afiliación (la participación en proyectos de I+D del programa TSER del IV Programa Marco de I+D). Aquí se presentan las relaciones que se establecen entre las instituciones de investigación europeas en el campo de las políticas de I+D, a partir de la co-participación en diversos proyectos conjuntos de investigación; para mejor visualizar la representación se estableció un nivel mínimo de dos participaciones en proyectos.

GRAFICO 1. RED DE ACTORES PRINCIPALES EN EL PROGRAMA TSER
(ÁREA 1. OPCIONES DE POLÍTICA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA). NIVEL 2, PARA DESTACAR LAS RELACIONES



Fuente: Sanz Menéndez (2001)

revista –el análisis de los tribunales de oposición– se utiliza un tipo especial de matrices que representa las relaciones de los actores con determinados hechos y, a través de éstos, la relación entre los actores. A esta relación subordinada (no directa) se la denomina afiliación y a este tipo concreto de redes se conocen como redes de afiliación, redes de pertenencia o redes de implicación conjunta; la afiliación representa, por tanto, la asociación de un conjunto de actores con un conjunto de acontecimientos. En el estudio que sigue, el grafo de los tribunales es multigrafo dado que dos actores pueden estar unidos por diferentes líneas derivadas de su adscripción a diferentes tribunales. Así vemos que el análisis de redes sociales permite profundizar en el estudio de las estructuras sociales, de poder, que subyacen a la participación en los tribunales.

El ARS permite la representación formalizada de esas relaciones, a partir de algoritmos relativamente estandarizados. Tan importante es poder representar gráficamente la forma de la red de actores, esto es, la estructura social subyacente, como poder medir y establecer índices algébricos que representen sistemáticamente propiedades de la estructura, o las situaciones de determinados actores o grupos de ellos en el conjunto de la red, a partir de nodos y vínculos (puntos y líneas).

6. Algunas medias básicas

En el análisis de redes se han desarrollado un gran número de medidas para caracterizar y comparar las estructuras de las redes y las posiciones dentro de ellas. Dependiendo de qué determine la diferencia en la estructura de oportunidades, el análisis puede focalizarse en las diferencias de centralidad, en los *clusters* fuertemente conectados, en las posiciones que son estructuralmente equivalentes, o en posiciones únicas. Otras medidas permiten la comparación de las estructuras de red en conjunto, por ejemplo la investigación de su efectividad para el logro de metas. Adicionalmente, hay modelos estadísticos de red que pueden usarse para la estimación de parámetros o para testar los efectos de red de diversas estructuras de incentivos.

Pero ¿cuáles son los conceptos y herramientas más básicos que tenemos para estudiar las características generales de la red, la posición de las organizaciones y las características de sus relaciones?

Tradicionalmente se distinguen dos aspectos, los más simples, en el esfuerzo por medir la estructura y organización de las redes. En primer lugar, el análisis de la estructura general de la red y el nivel de integración que caracteriza a la misma, para lo que se identifican sus componentes y se analiza la densidad y la cohesión del conjunto de la red o de sus componentes. De la estructura general de la red de relaciones nos interesa especialmente el grado de integración o la cohesión que la misma manifiesta. Para el análisis de estas propiedades el ARS ha desarrollado un conjunto de categorías, procedimientos y algoritmos, que nos dan información sobre la estructura, tales como componentes, densidad, unipolaridad, integración y centralización. Estos indicadores sirven sobre todo para el análisis comparativo de la cohesión relativa de diversas redes (ver Apéndice).

Segundo, el estudio de la posición que cada uno de los actores ocupa en el conjunto de la red, lo que se hace habitualmente a través del análisis de la centralidad de los actores participantes en la misma. Interesa conocer la posición que cada uno de los actores alcanza en la estructura general. Este análisis general está más relacionado con el poder que con otra categoría sociológica y los algoritmos básicos que representan estas propiedades de la centralidad de los actores en la red son: grado, proximidad o cercanía y mediación.

Ambas medidas de una red, asociadas al estudio de la centralidad y cohesión, tienen en cuenta, en lo fundamental: el número de organizaciones ligadas, el grado de exclusividad de los lazos y la posición de las organizaciones en el conjunto.

El estudio que se publica a continuación de este artículo, aunque no ha formalizado las medidas estándar de la estructura de la red ni ha medido la centralidad de cada uno de los miembros del tribunal, ha permitido identificar un grupo de miembros de los tribunales que es especialmente cohesivo (*cliqué*) y que sin duda ha tenido una influencia decisiva en los resultados. Queda por determinar, en futuros trabajos, el impacto que esta estructura cerrada ha tenido en la selección de las personas, frente a otras estructuras, por definición más abiertas, como las que surgen en los tribunales de promoción a catedrático en las universidades.

Referencias citadas

- AGUILERA, Ruth V. (1988), "Directorship Interlocks in Comparative Perspective: The Case of Spain", *European Sociological Review*, vol 14, nº 4, págs. 319-342.
- BARNES, J.A. (1954), "Class and committees in a Norwegian island parish", *Human Relations*, vol 7, págs. 39-58
- BERKOWITZ, S. D. (1982), *An Introduction to Structural Analysis*, Butterworths, Toronto.
- BLAU, Peter (1964) *Exchange and Power in Social Life*. Free Press, New York
- BORGATTI, Steve P., EVERETT, Martin y FREEMAN, Lin (1999), *UCINET 5 for Windows*. Analytic Technologies and the University of Greenwich,, Natick (MA),
- BOTT, Elisabeth (1957), *Family and Social Network*, Tavistock, Londres.
- BURT, R.S (1991), *STRUCTURE*, ver 4.2. Columbia University, New York
- CABO, Pépin, G. (1997), *The knowledge network. European subsidized research and development cooperation*, Labyrint, Capelle.
- COLEMAN, James, KATZ, E. Y MENZEL, H. (1966) *Medical Innovation: A Diffusion Study*. Bobs-Merrill, Indianápolis.
- COOK, K. S. y Whitmeyer, J. M. (1992) "Two approaches to Social Structure: Exchange Theory and Network Analysis", *Annual Review of Sociology* vol 18, pp. 109-127
- CRANE, Diana (1972), *Invisible Colleges. Diffusion of Knowledge in Scientific Communities*, The Chicago University Press, Chicago.
- DEBRESSON, Chris y AMESSE, Fernand (1991), "Networks of innovators", en *Research Policy*, vol. 20, nº 5, octubre, págs. 363-379.
- EMERSON, Richard M. (1962) "Power-dependence relations", *American Sociological Review* vol 27, n.1. Feb, pp. 31-41
- FREEMAN, C. (1991), "Networks of innovators: A synthesis of research issues", en *Research Policy*, vol. 20, nº 5, octubre, págs. 499-514.
- FREEMAN, L.C; BOGARTTI, S.P. y WHITE, D.R. (1991), "Centrality in valued graphs: A measure of betweenness based on network flow", en *Social Networks*, vol. 13, págs. 141-154.
- FREEMAN, Linton C. (1979), "Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification", en *Social Networks*, vol. 1, págs 215-239.
- GRANOVETTER, Mark (1974) *Getting a job*. Harvard University Press, Cambridge (Ma)
- GRANOVETTER, Mark. (1973), "The Strength of Weak Ties", *American Journal of Sociology*, vol. 78, págs. 1360-80.
- HAGEDOORN, John y SCHAKENRAAD, Jos (1992), "Leading companies and networks of strategic alliances in information technologies", en *Research Policy*, vol 21, págs. 163-190.
- HARARY, F. Y NORMAN, R (1953) *Graph Theory as a mathematical Model in the Social Sciences*. ISR: Ann Arbor
- HOMANS, George (1961) *Social behaviour: Its elementary forms*. Harcourt, New York
- KNOKE, David y KUKLINSKI, James H. (1982), *Network analysis*, Sage, Londres.
- KRACKHARDT, David; BLYTHE, Jim; y MCGRATH, Cethleen (1995), *Krackplot 3.0, User's Manual*, Analytic Technologies, Natick (Ma).
- LAUMANN, Edwards O., GALASKIEWICZ, Joseph y MARSDEN, Peter V. (1978), "Community Structure as interorganizational Linkages", en *Annual Review of Sociology*, vol. 4, págs. 455-484.
- LEYDESDORFF, Loet (1955), *The Challenge of Scientometrics. The development, measurement, and self-organization of scientific communications*, DSWO Press, Leiden.
- MOLINA, José Luis (2001) *El análisis de redes social: una introducción*. Editorial Bellaterra: Barcelona
- MOLINA, José Luis, Juan MUÑOZ y Philippe LOSEGO (2000) *Red y realidad: aproximación al análisis de las redes científicas*. Comunicación al VII Congreso Nacional de Psicología Social. Ovedo
- ORGANIZATION STUDIES (1998), *Special Issue on "The Organizational Texture of Inter-firm relations"*, vol 19, nº 4, 1998.
- PADGETT, J.F. y ANSELL, C.K. (1993), "Robust action and the rise of Medici, 1400-1434", en *American Journal of Sociology*, vol 98, págs. 1259-1319.
- POLÍTICA Y SOCIEDAD (2000) Monográfico sobre *Análisis de Redes Sociales*, n. 33, Enero-Mayo.
- RODRIGUEZ, Josep A. (1995), *Análisis estructural y de redes*, Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid.
- ROGERS, Everett (1979) "Network Analysis of the Difusión of Innovations", Paul Holland y Samuel Leinhardt eds. *Perspectives on Social Network Research*, Academic Press, New York
- SANZ MENÉNDEZ, Luis (2001) "Indicadores relacionales y redes sociales en el estudio de los efectos de las políticas de ciencia y tecnología", en *Cuadernos de Indicios*, nº 1, Junio, p.79-95
- SANZ MENÉNDEZ, Luis; J. R. FERNÁNDEZ y C. E. GARCÍA (1999): "Centralidad y cohesión en las redes de colaboración empresarial en la I+D subsidiada". *Papeles de Economía Española*, nº 81, pp. 219-241.
- SCOTT, John (1991), *Social network analysis. A handbook*, Sage, Londres.
- SHRUM, W. y MULLINS, N. (1988), "Network analysis in the study of science and technology", en VAN RAAN, A.F.J., ed. (1988), *Handbook of quantitative studies of science and technology*, North-Holland, Elsevier, págs. 107-133.
- SIMMEL, Georg (1908) "Group Expansion and the development of Individuality" in Donald N. Levine, ed, 1971, *Georg Simmel on Individuality and Social Forms*. Chicago University Press, Chicago
- STOKMAN, F.N. y SPRENGER, C.J.A. (1989), *GRADAP. Graph Definition and Anaysis Package: User's Manual*, Iec ProGAMMA, Groningen.
- STOKMAN, F.N.; ZIEGLER, R. y SCOTT, J. (1985), *Networks of corporate power*, Polity, Cambridge.

- WASSERMAN, Stanley y FAUST, Katherine (1994), *Social network Analysis. Methods and Applications*, Cambridge University Press, Cambridge.
- WHITE, Harrison C. (1965) "Notes on the Constituents of Social Structure", Cambridge: Harvard University

Apéndice

Las medición de las propiedades de la red y la posición de los actores

A partir de lo que representa el grafo del cuadro 4 se pueden explorar las propiedades algebraicas de la red en conjunto y de las posiciones que ocupan los diversos centros en la misma. Por ejemplo,

Las medidas de la centralidad de los actores en la red.

El *grado* se define como el número de otros actores a los cuales un actor está directamente unido o es adyacente. Esta medida de centralidad, la más sencilla, organiza a los actores por el número efectivo de sus relaciones directas en el conjunto de la red. Esta medida trata de la *centralidad local* de un actor con respecto a los actores cercanos, pero dice poco sobre la importancia del actor en la red completa, y es muy sensible a variables como el tamaño del *grafo* y, en el caso de redes de afiliación, al diverso número de participantes en cada evento, por no mencionar el peso del propio actor. El *grado normalizado* es la proporción de relaciones reales sobre el total de relaciones posibles.

El grado de un actor sería,

$$CD(n_i) = \sum_j x_{ij}$$

La centralidad vista como *proximidad* se refiere a la propiedad por la cual un actor puede tener relaciones con otros actores, pero a través de un pequeño número de pasos en la red. La medida de cercanía, así como su opuesta de lejanía, describe mejor esa *centralidad general* que se señalaba anteriormente. En este caso los actores son valorados por su distancia medida en pasos, por otros vértices o nodos, a todos los demás actores de la red. Son tanto más centrales cuanto mayor es el valor de su cercanía, esto es, menor es el número de pasos que a través de la red deben dar para relacionarse con el resto.

Dependiendo del contexto, la cercanía mide la independencia o autonomía respecto de los otros y puede servir, junto con la mediación,

para precisar o matizar la relevancia del valor del grado, ya que se refiere al punto en el que actor está próximo a todos los demás.

El índice relativo de la centralidad-proximidad (Beauchamp) de un punto $RC(i)$, para el punto i es $RC(i) = (n-1)/D_{i+}$, donde D_{i+} es la suma de las distancias desde i a todos los demás puntos, que puede ser representado como la suma de las filas i de la matriz de distancias D ,

$$D_{i+} = \sum_{j=1}^n D_{ij}$$

De este modo el índice es mayor cuando aumenta la proximidad.

La centralidad vista como *mediación* se define como el nivel en que otros actores deben pasar a través de un actor focal para comunicarse con el resto de los actores. La mediación sintetiza, por su parte, el control que cada uno de los actores tiene de los flujos relacionales en el conjunto de la red. El valor de la mediación para un actor mide la proporción de las geodésicas, los caminos más cortos entre dos actores cualesquiera del *grafo*, que pasan por él como vértice. Suelen tener valores altos de mediación los actores más centrales de la red según su cercanía, o aquellos que vinculan subgrupos o *bloques* diferentes (y que son los *puntos de corte* entre ellos).

El valor de la centralidad-mediación se representa como:

$$C_B(K) = \frac{2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (g_{ij}(k) / g_{ij})}{n^2 - 3n + 2}$$

para todos los puntos no ordenados, i, j, k , donde $i < j$, n es el número de nodos de la red y $g_{ij}(k)$ es el número de geodésicas (caminos más cortos) entre i y j , que pasan por k . Por tanto si k está en el camino más corto del par (i, j) , K tiene alta centralidad-mediación.

Según Freeman, Borgatti y White (1991) mediación se refiere al hecho de que unos actores están entre otros, en sus vías de comunicación; los actores centrales, desde este punto de vista, serían los intermediarios del acceso de otros a la información y el conocimiento. Una combinación de valores altos de mediación y cercanía sugiere actores muy importantes en el conjunto de la red.

En todo caso conviene, más allá de las definiciones operativas incluidas en la sección

tercera, tener en cuenta la interpretación de cada uno de los conceptos que se van a aplicar. Freeman (1979), revisando la literatura sobre centralidad, señaló que el concepto podía definirse y hacerse operativo al menos de tres formas: grado (*degree*), proximidad o cercanía (*closeness*) y mediación (*betweenness*): el *grado* representa el nivel de la actividad comunicativa (la capacidad de comunicar directamente con otros); la *proximidad* representa la independencia (la capacidad de llegar a muchos de los otros miembros de la red directamente, esto es sin apoyarse en intermedios), mientras que la *mediación* representa el control de la comunicación de otros y su capacidad de restringirla.

Se puede decir que los estudios experimentales de redes parecen coincidir en que el grado y la mediación están asociados al poder de distribución; sin embargo, no parece encontrarse esa asociación con la proximidad.

Medidas generales de la estructura de la RED

La medida más sencilla que uno puede imaginarse para establecer las relaciones entre puntos y líneas es la densidad del grafo, que representa el número de vínculos que se establecen entre los nodos con relación a un número máximo que pudiera establecerse si todos los actores estuvieran conectados directamente por una línea con todos los demás. La densidad es, por tanto:

$$den = 2L/n(n-1)$$

donde L es el número de líneas y n el número de nodos.

A continuación se presentan tres medidas de cohesión de la red. En primer lugar, la *unipolaridad*, que indica el valor del grado del actor más central en relación al máximo de centralidad posible que podría tener ese actor ($n-1$). El valor de *unipolaridad*, U , se obtiene al dividir el valor bruto del grado del grafo, D , por el máximo grado posible, que sería el de un actor que tuviera relación con todos los demás.

$$U = D/(n-1)$$

donde n es el número de actores, y D el mayor grado de un actor del grafo. Así pues, si un actor juega un papel decisivo en las conexiones con los otros y lo hace directamente, la unipolaridad aumenta, representando,

por tanto, el mayor *grado* efectivo de entre los actores de la red.

La segunda medida es la de *integración* del grafo y corresponde a la suma del *grado* de todos los actores de un *grafo*. De modo estándar sería la razón entre suma efectiva de los grados de todos y cada uno de los actores (la suma de las líneas por las que cada uno está unido con el resto de los actores) y el valor máximo de la suma de los grados posibles.

El valor de *Integración* se obtiene como proporción entre la suma del *grado* de todos los actores de un grafo, y la suma si todos los actores tuvieran el mayor posible:

$$I = \sum d/[n \cdot (n-1)]$$

donde d es el grado de cada actor y n el número de actores del grafo.

Por último, la centralización es la suma de las diferencias del grado de todos los puntos con el valor de unipolaridad. El procedimiento estándar para medir la centralización del grafo incluye las diferencias entre la medida de centralidad del punto o actor más central y las de los demás puntos, siendo el resultado un valor que se utiliza como una medida de dispersión en la red. La centralización estandarizada será la razón entre la suma de hecho de las diferencias y la máxima suma de las diferencias posible.

El valor de la *centralización* es la proporción entre la suma de las diferencias del *grado* de todos los puntos (d) con el valor bruto de *Unipolaridad* (mayor grado del grafo, D), y la suma de los *grados* de todos los actores si el de uno de ellos fuera el máximo posible ($n-1$) y el de los demás el mínimo (1):

$$C = \sum (D-d)/[(n-1)(n-2)]$$

donde d es el grado de cada actor, D es el grado máximo de un actor del grafo, y n es el total de actores.

Los valores de la medida oscilarán entre 0 y 1, siendo 1 el valor para el grafo más centralizado, caracterizado porque un único actor n_i ocupa el centro y está conectado con todos los demás, mientras que entre estos no hay ninguna conexión, salvo con el citado actor n_i .

Deconstrucción de los tribunales del CSIC en el período 1985-2002: Profesores de investigación en el área de Física.

Germán Sierra*

*Instituto de Física Teórica, CSIC-UAM
28049 Cantoblanco, Madrid*

corr-ele: german.sierra@uam.es

Asociación para el Avance de la Ciencia y la Tecnología en España (AACTE)
© 2003 AACTE

Utilizando la teoría de grafos se analizan los tribunales de Ciencias Físicas y Físico-Matemáticas a plazas de Profesor de Investigación del CSIC en el período 1985-2002. Se ha comprobado la existencia de un reducido núcleo de investigadores con una alta tasa de participación en tribunales, el cual está acompañado por dos pobladas capas de investigadores con una y dos participaciones. Dicha estructura ha sido posible gracias al sistema de selección discrecional de los tribunales del CSIC que se caracteriza por su falta de transparencia y naturaleza endogámica. Se proponen algunas soluciones como el sorteo público de los miembros de los tribunales a fin de garantizar la igualdad de oportunidades.

En el presente artículo se analizan los tribunales de las plazas de profesor de investigación de los últimos 18 años (1985-2002) en las áreas denominadas como Ciencias Físicas o Ciencias Físicas y Matemáticas, y en aquellas en que ambas vienen acompañadas de Tecnologías Físicas. El concepto básico utilizado es el de red de afiliación (*affiliation network*) que consiste en una red bimodal formada por un conjunto de *actores* conectados entre sí a través de su participación en un conjunto de *eventos* [1]. Dicho concepto, de uso habitual en Sociometría, se realiza en nuestro estudio entendiendo por *actores* los miembros de una comunidad científica y por *eventos* los tribunales en los que estos han tomado parte en un período dado de tiempo. Desde un punto de vista matemático una red de afiliación se caracteriza mediante la denominada matriz de afiliación **A** de m filas y n columnas, donde m es el número de miembros que han participado en n tribunales. Las entradas de esta matriz se definen como: $A(i,a) = 1$ si el miembro $i = 1, \dots, m$ ha tomado parte del tribunal $a = 1, \dots, n$ y $A(i,a) = 0$ en el caso contrario. En el ejemplo de los tribunales del CSIC a plazas de Física en el período 1985-2002, obtenemos $m = 52$ y $n = 15$. Ha habido tres años sin tribunales específicos en este área (91, 92 y 94). En el apéndice se recogen los

datos, extraídos del BOE, que permiten construir la matriz de afiliación **A** [2].

En el estudio de redes de afiliación es común el uso de la Teoría de Grafos, la cual permite una rápida visualización de las conexiones entre los miembros y los tribunales. La matriz de afiliación **A** se puede representar por un grafo bipartito donde el i -ésimo miembro está conectado por un segmento con el a -ésimo tribunal siempre que $A(i,a) = 1$ (véase la fig.1). Los gráficos de este artículo han sido generados utilizando el programa informático Ucinet 6 [3].

A partir de la matriz **A** se define la matriz de co-participación (*co-membership*) $\mathbf{M} = \mathbf{A} \mathbf{A}'$, donde \mathbf{A}' es la matriz traspuesta de **A**. Las entradas de esta matriz tienen el siguiente significado: $M(i,i)$ es el número total de participaciones en tribunales del i -ésimo miembro, mientras que $M(i,j)$, con $i \neq j$, es el número de participaciones comunes de los miembros i y j . De nuevo la matriz de co-participación se puede representar mediante un grafo con m nodos que están enlazados siempre que $M(i,j) \neq 0$ (ver fig.2). Los valores de $M(i,j)$ se pueden reflejar por la anchura de la línea que une a los nodos i y j , pero para simplificar el grafo hemos optado por dar la misma anchura a todas las rectas. La fig.2 muestra que la matriz **M** tiene la forma de una macromolécula

* En representación de la Plataforma de Investigadores del Consejo para la Observación, Reforma y Estudio del Sistema de I+D (PICORES). Página de internet: <http://www.csic.es/asociaciones/picores>; lista de correle: picores@listas.csic.es

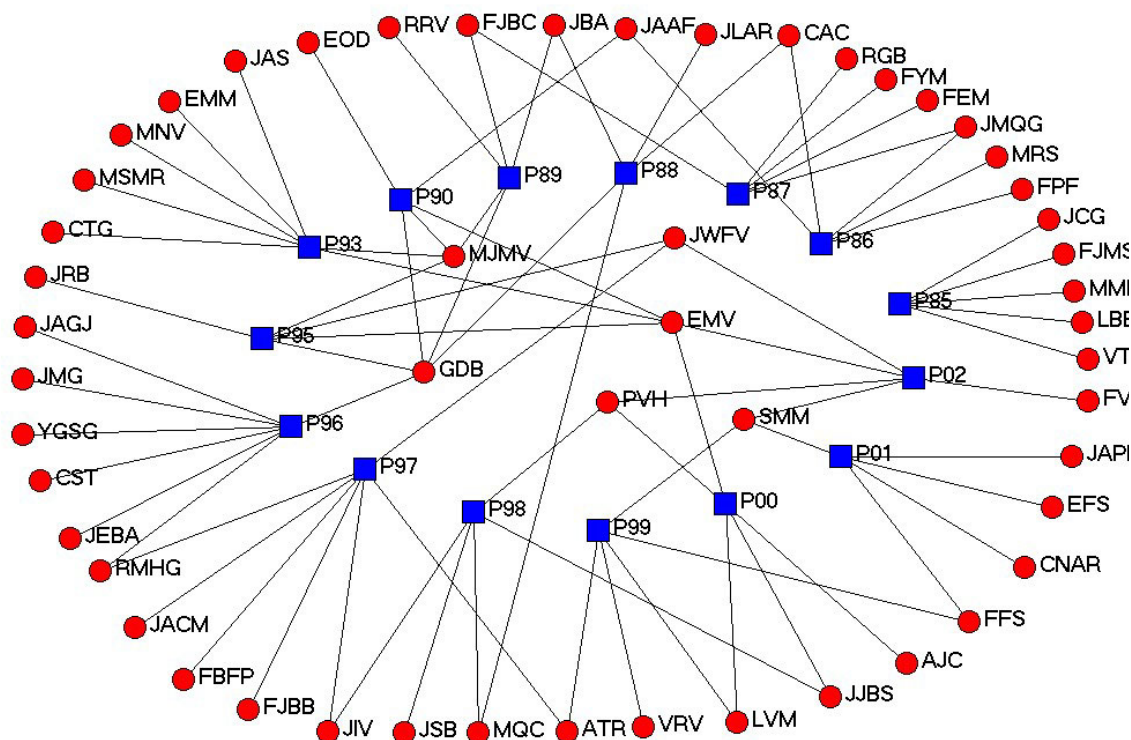


Fig.1: Grafo asociado a la matriz de afiliación **A** que describe los tribunales de Físicas de PI en el período 1985-2002. Los cuadrados denotan los tribunales y los círculos los miembros (el código de nombres aparece en el apéndice). Observar que los miembros del tribunal P85 no formaron parte de otros tribunales.

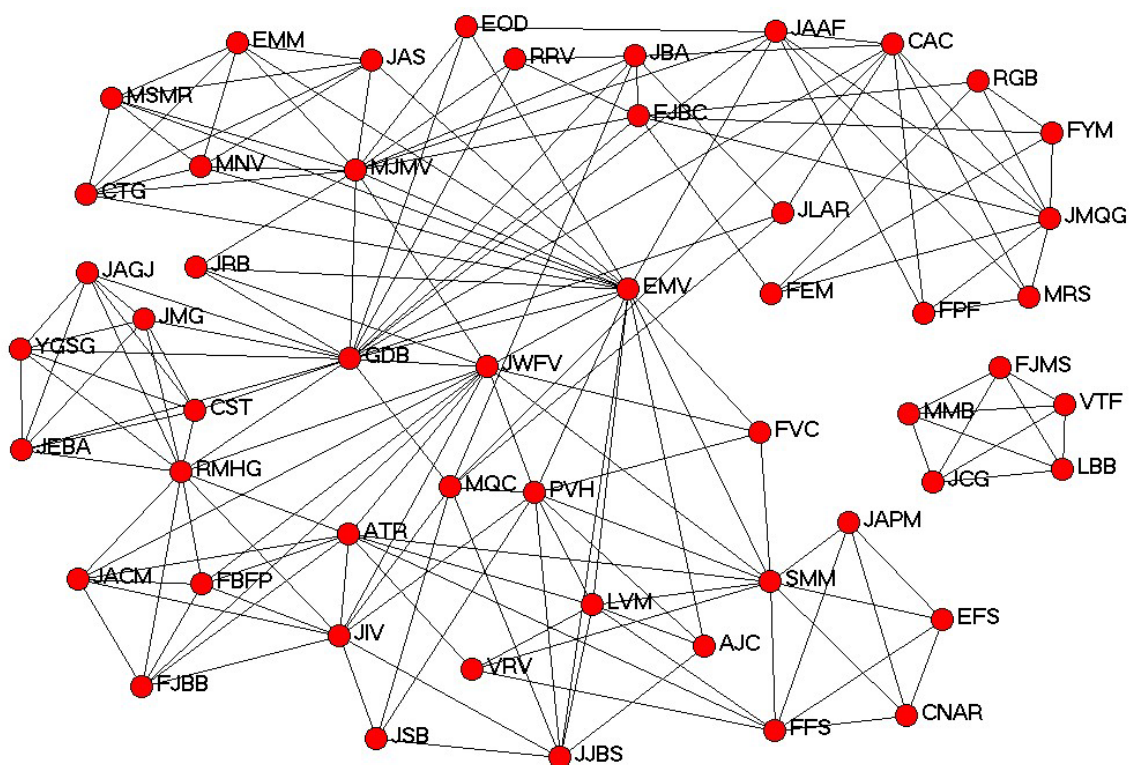


Fig.2: Grafo asociado a la matriz de co-participación **M**. La existencia de un link entre dos nodos denota que los correspondientes miembros han tomado parte de un tribunal común.

Núm de veces en tribunales (85-02)	Núm. de miembros
1	34
2	12
3	3
4	1
5	2

Tabla 2.- Distribución de los miembros en función de su frecuencia en tribunales

han participado tan solo en una ocasión. Utilizando una terminología inspirada en la Física Atómica y Nuclear, podríamos decir que estos 34 miembros forman una especie de *orbital* o *capa* externa en torno a un núcleo más compacto. Para dar visibilidad a este notable hecho definiremos una matriz de afiliación reducida **A1** que se obtiene de la matriz de afiliación **A** eliminando los 34 citados miembros. La matriz de co-participación asociada, $\mathbf{M1} = \mathbf{A1} \mathbf{A1}'$, describe las conexiones entre los $18 = 52 - 34$ miembros restantes. La fig.4 muestra el grafo de la matriz **M1**, que naturalmente posee un grado de complejidad menor que el grafo de la matriz **M** mostrado en la fig.2.

La tabla 1 invita a continuar este proceso de eliminación siguiendo con los miembros que han participado en dos tribunales, lo que nos lleva a una matriz de afiliación **A2** y a su correspondiente matriz de co-participación **M2**, que describe las conexiones entre los $6 = 18 -$

12 miembros con un grado de participación superior a dos.

La fig.5 muestra el grafo de la matriz **M2**, cuya representación espacial consiste en un *bi-tetraedro*, **T**, formado por dos tetraedros regulares **Ta** y **Tb** unidos por un lado común. Los vértices de **Ta** corresponden a los miembros GDB, MJMV, EMV y JWFV; y los vértices de **Tb** a los miembros PVH, SMM, EMV y JWFV. Obviamente la estructura **T** no ha aparecido de súbito sino que emergió progresivamente en el transcurso del tiempo. La tabla 2 muestra la matriz de afiliación **A2** según la cual el tetraedro **Ta** inició su formación en 1988, completándose en 1995, mientras que el tetraedro **Tb** se completó en el año 2002. Comprobamos por otra parte que los años 1988-1996 están dominados por **Ta**, mientras que los años posteriores lo están por **Tb**, o bien son períodos de transición. ¿Son estas regularidades observadas fruto de la casualidad?

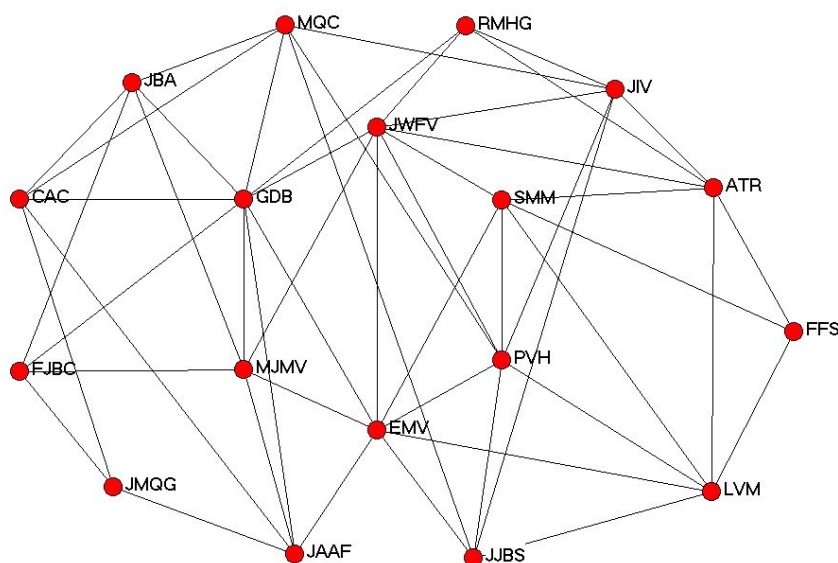


Fig.4: Grafo asociado a la matriz **M1** de co-participación de los 18 miembros que han participado en más de un tribunal..

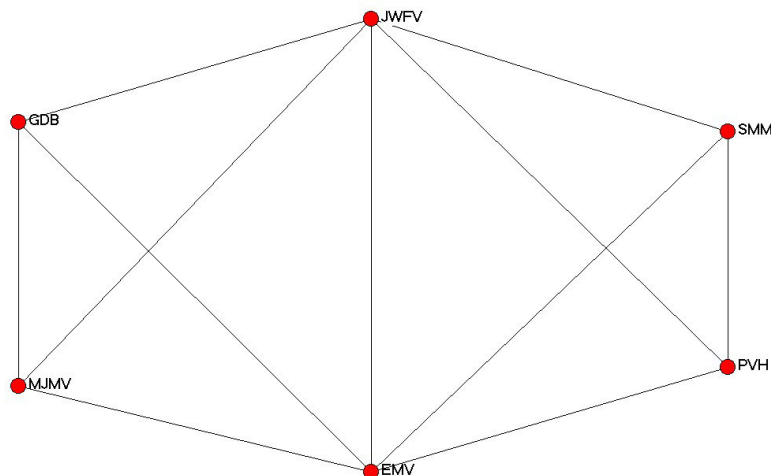


Fig.5: Grafo asociado a la matriz **M2** de co-participación de los miembros con más de dos participaciones.

	88	89	90	93	95	96	97	98	99	00	01	02
GDB	X	X	X		X	X						
MJMV		X	X	X	X							
EMV			X	X	X					X		X
JWFV					X		X					X
PVH								X		X		X
SMM									X		X	X

Tabla 2.- Matriz de afiliación reducida **A2** asociada a los 6 miembros que han participado en más de 2 ocasiones en tribunales. Se han eliminado los años 85, 86 y 87 en que no existe participación de estos miembros. El símbolo X en la fila *i* y la columna *a* indica que el correspondiente elemento de la matriz **A2** es igual a 1, siendo 0 en caso contrario.

Estudiemos otro ejemplo en el que de nuevo se detectan pautas de selección de tribunales. La tabla 3 muestra la matriz de afiliación de los 12 miembros con 2 participaciones. Salvo en un par de casos vemos que cada miembro participa de un nuevo tribunal al cabo en uno o dos años. Esta regla es también aplicable, con algunas excepciones, a los 6 miembros pertenecientes a **T**, y sugiere que el sistema de selección utiliza algún tipo de *memoria a corto plazo*. Dicha mecanismo recibe el nombre de *Memoria Histórica* por parte de las autoridades del CSIC.

Finalmente cabe preguntarse sobre el papel que ocupan en la estructura descrita más arriba los 34 miembros con una sola participación, los cuales recordemos constituyen el 65% del total. A estos efectos hemos calculado el número de miembros de cada tribunal que tienen el mismo número de participaciones totales en el período 1985-2003 (véase tabla 4).

Observamos los siguientes hechos: 1) todos los tribunales del período 88-02 (12 en total) cuentan con al menos un miembro con 3 o más participaciones, 2) de esos 12 tribunales hay 8 (el 66%) en los que hay sólo un miembro con una única participación frente a los 5 o 7 miembros restantes, 3) en tres años consecutivos 97, 98 y 99 se sigue el mismo patrón: 1 miembro con 3 participaciones, 3 miembros con 2 participaciones y el resto con una sola participación. Estos resultados nos conducen a pensar que los *orbitales* externos se hayan bien tutelados por el núcleo.

Conclusiones

Siguiendo un proceso de deconstrucción, consistente en la eliminación sucesiva de miembros de tribunales en función de su frecuencia participativa, hemos comprobado la existencia de un reducido núcleo de investigadores con una alta tasa de participación, los

	86	87	88	89	90	93	95	96	97	98	99	00	01
JMQG	X	X											
CAC	X		X										
JAAF	X				X								
FJBC		X		X									
JBA			X	X									
MQC			X							X			
RMHG								X	X				
JIV									X	X			
ATR									X		X		
JJBS										X		X	
LVM-											X	X	
FFS											X		X

Tabla 3.- Matriz de afiliación reducida de los 12 miembros con dos participaciones en tribunales.

Núm de veces en tribunales (85-02)	85	86	87	88	89	90	93	95	96	97	98	99	00	01	02
1	5	2	3	1	1	1	5	1	5	3	1	1	1	3	1
2		3	2	3	2	1			1	3	3	3	2	1	
3								1		1	1	1	1	1	3
4					1	1	1	1							
5				1	1	2	1	2	1				1		1

Tabla 4.- Participación "integrada" en tribunales. Cada entrada denota el número de miembros del tribunal indicado en la columna correspondiente, en función del número total de sus participaciones en tribunales en el período 1985-2002, el cual está indicado por las filas. Así por ejemplo, en el año 1993 hubo 5 miembros con una sola participación (incluyendo ese mismo tribunal), un miembro con 4 y otro miembro con 5 participaciones.

cuales tutelan dos pobladas *capas* de investigadores con una o dos participaciones. Un estudio más completo debiera de incluir los tribunales de las escalas de investigadores científicos y colaboradores científicos, así como de otras especialidades. Por otra parte habría que tener en cuenta a los aspirantes aprobados en cuanto a su conexión con los miembros del tribunal y su participación en tribunales, donde es frecuente el fenómeno de *juez y parte*, sobre el que los juristas tendrían algo que decir.

Los resultados obtenidos en este artículo confirman de forma matemática y dan visibilidad a la opinión mayoritaria de la comunidad científica del CSIC concerniente a la falta de transparencia y al carácter endogámico en la selección y composición de los tribunales del CSIC. Por otra parte estos resultados plantean numerosos interrogantes sobre los opacos mecanismos que han hecho posible la aparición de estructuras tan organizadas, que no parecen ciertamente fruto del azar o de la casualidad. Hay posibles soluciones a los problemas aquí señalados, algunas de las cuales han sido propuestas en el

pasado por numerosos investigadores y asociaciones. Citemos algunas:

a) Sorteo público de los miembros del tribunal para que la aleatoriedad elimine las *macromoléculas* organizadas, promoviendo la igualdad de oportunidades. Dicho sorteo debiera de realizarse sobre un *ensemble* de investigadores definido previamente y conocido por la comunidad científica.

b) Ponderación: un miembro por departamento a lo sumo, para evitar alianzas dentro de cada tribunal.

c) Participatio clausus: cota máxima de 2 participaciones por investigador tanto del CSIC como de la Universidad.

d) Coincidentias clausus: cota máxima de 1 participación conjunta de dos miembros de un tribunal.

Todas estas condiciones, u otras que evitasen la perenne endogamia y falta de transparencia en la selección de tribunales, debieran de ser objeto de debate y negociación entre la comunidad científica y las autoridades

del CSIC. ¿Es acaso posible mantener por más tiempo el sistema *discrecional* de selección de tribunales utilizado por el CSIC hasta el presente y cuyos cuestionables resultados están a la vista de todos?

In memoriam

Dedicamos este trabajo a la memoria de nuestra compañera Priscila García Fernández del Instituto de Óptica Daza y Valdés, que falleció el 17 de Abril de 2003.

Agradecimientos

Deseamos agradecer calurosamente a los numerosos compañeros de profesión que han contribuido con sus opiniones a la realización del presente trabajo, en la esperanza de haber sabido reflejar, al menos en parte, una visión común. También queremos agradecer a la AACTE el interés que ha mostrado en la publicación y difusión del presente artículo así como los comentarios y sugerencias de los *referees*.

Nota.- Los objetivos de la plataforma PICORES así como una lista con sus miembros e Institutos a los que pertenecen pueden consultarse en la página web <http://www.csic.es/asociaciones/picores>. Para más información enviar un correo electrónico a: picores@listas.csic.es

Bibliografía

[1] S. Wasserman y K. Faust, “*Social Network Analysis: Methods and Applications*”, Cambridge University Press, Cambridge (1994).

[2] Las fechas del BOE de las convocatorias de plazas en el periodo 1985-1997 pueden encontrarse en http://www.icmm.csic.es/eiglesias_newsletter/TribunalesResumen.htm

[3] S.P. Borgatti, M.G. Everett, L.C. Freeman, 1999. *Ucinet 6.0 Version 1.00. Natick: Analytic Technologies. Software for Social Network Analysis*. Version para Windows. Se puede conseguir en la dirección <http://www.analytictech.com>.

Apéndice: Tribunales de Física-Matemáticas, 2002-1985

Se indican la denominación de las plazas, el año, la fecha de publicación de la convocatoria en el BOE (día-mes-año), el tipo de concurso (CPI = concurso promoción interna, CL =

A	85	86	87	88	89	90	93	95	96	97	98	99	00	01	02
AGC													X		
ATR										X		X			
CAC		X		X											
CNAR														X	
CST									X						
CTG							X								
EMV						X	X	X					X		X
EFS														X	
EMM							X								
EOD						X									
FBFP										X					
FEM			X												
FFS												X		X	
FJBB										X					
FJBC			X		X										
FJMS	X														
FPF		X													
FVC															X
FYM			X												
GDB				X	X	X		X	X						
JAAF		X				X									
JACM										X					
JAGJ									X						
JAMP														X	
JAS							X								
JBA				X	X										
JCG	X														
JEBA									X						
JIV										X	X				
JJBS											X		X		
JLAR				X											
JMG									X						
JMQG		X	X												
JRB								X							
JSB											X				
JWFFV								X		X					X
LBB	X														
LVM												X	X		
MJMV					X	X	X	X							
MMB	X														
MNV							X								
MRS		X													
MSMR							X								
MQC				X							X				
PVH											X		X	X	
RGB			X												
RMHG									X	X					
RRV					X										
SMM												X		X	X
VRV												X			
VTF	X														
YGSG									X						

Tabla 5.- Matriz de afiliación A de los tribunales a plazas de PI en Física. (1985-2002). Las filas denotan los miembros y las columnas los tribunales. El símbolo X en la fila i y la columna a significa que $A(i, a) = 1$. En el resto $A(i, a) = 0$.

concurso libre) y el número de plazas. Los miembros de cada tribunal aparecen en el orden de su publicación en el BOE siendo el primero el presidente del tribunal. Se muestra también el nivel de cada miembro (PI = Profesor de Investigación del CSIC, CAT = Catedrático de Universidad) y el centro al que

pertenece. El conjunto de estos datos permiten construir la matriz de afiliación A.

FISICA, P02, BOE 18/9/02, CPI, 2 PLAZAS

PVH = VILLARREAL HERRAN, PABLO, PI, INSTO. MATEMATICAS Y FISICA FUNDAMENTAL

SMM = MONTERO MARTIN, SALVADOR, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

JWV = FURTADO VALLE, JOSE WAGNER, PI, INSTO. FISICA CORPUSCULAR

FVC = VIDAL COSTA, FELIX, CAT, UNIV. SANTIAGO

EMV = MOYA VALGAÑON, ELVIRA, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

CIENCIAS FISICAS, P01, BOE 14/9/01, CPI, 5 PLAZAS

SMM = MONTERO MARTIN, SALVADOR, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

CNAR = AFONSO RODRIGUEZ, CARMEN NIEVES, PI, INSTO. OPTICA DAZA VALDES

FFS = FLORES SINTAS, FERNANDO, CAT, UNIV. AUTONOMA DE MADRID

JAPM = PEREZ MERCADER, JUAN ANTONIO V, PI, CENTRO ASTROBIOLOGIA

EFS = FERNANDEZ SANCHEZ, ENRIQUE, CAT, UNIV. AUTONOMA DE BARCELONA

CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS, P00, BOE 3/10/00, CPI, 1 PLAZA

EMV = MOYA VALGAÑON, ELVIRA, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

AGC = GIMENEZ CAÑETE, ALVARO, PI, INSTO. ASTROFISICA ANDALUCIA

PVH = VILLARREAL HERRAN, PABLO, PI, INSTO. MATEMATICAS Y FISICA FUNDAMENTAL

JJBS = BARBOLLA SANCHO, JUAN JOSE, CAT, UNIV. VALLADOLID

LVM = VAZQUEZ MARTINEZ, LUIS, CAT, UNIV. COMPLUTENSE MADRID

FISICA, P99, BOE 16/9/99, CPI, 1-PLAZA

SMM = MONTERO MARTIN, SALVADOR, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

ATR = TIEMBLO RAMOS, ALFREDO, PI, INSTO. MATEMATICAS Y FISICA FUNDAMENTAL

FFS = FLORES SINTAS, FERNANDO, CAT, UNIV. AUTONOMA MADRID

VRV = REGLERO VELASCO, VICTOR, CAT, UNIV. DE VALENCIA

LVM = VAZQUEZ MARTINEZ, LUIS, CAT, UNIV. COMPLUTENSE MADRID

FISICA, P98, BOE 11/12/98, CPI, 1 PLAZA

MQC = QUIROS CARCELEN, MARIANO, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

PVH = VILLARREAL HERRAN, PABLO, PI, INSTO. MATEMATICAS Y FISICA FUNDAMENTAL

JIV = ISERN VILABOY, JORDI, PI, CENTRO ESTUDIOS AVANZADOS BLANES

JJBS = BARBOLLA SANCHO, JUAN JOSE, CAT, UNIV. VALLADOLID

JSB = SESMA BIENZOBAS, JAVIER, CAT, UNIV. ZARAGOZA

CIENCIA Y TECNOLOGIAS FISICAS, P97, BOE 28/8/97, CL, 1 PLAZA

ATR = TIEMBLO RAMOS, ALFREDO, PI, INSTO. MATEMATICAS Y FISICA FUNDAMENTAL

FBFP = BRIONES FERNANDEZ POLA, FERNANDO, PI, INSTO. MICROELEC. MADRID IMM-CNM

JACM = CORDERO MARTIN, JOSE ANTONIO, PI, INSTO. AUTOMATICA INDUSTRIAL

FJBB = BERMEJO BARRERA, FRANCISCO JAVIER, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

JWV = FURTADO VALLE, JOSE WAGNER, PI, INSTO. FISICA CORPUSCULAR

RMHG = HUBER GARRIDO, RAFAEL MARIA, CAT, UNIV. POLITECNICA CATALUÑA

JIV = ISERN VILABOY, JORGE, PI, CENTRO ESTUDIOS AVANZADOS BLANES

FISICA Y TECNOLOGIAS FISICAS, P96, BOE 8/3/96, CL, 1 PLAZA

YGSG = SMEYERS GUILLEMIN, YVES GABRIEL, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

JEBA = BECKMAN ABRAMSON, JUAN ESTEBAN, PI, INSTO. ASTROFISICA CANARIAS

CST = SIMO TORRES, CARLOS, CAT, UNIV. CENTRAL BARCELONA

JMG = MILLAN GOMEZ, JOSE, PI, INSTO. MICRO. BARNA. IMB-CNM

GDB = DELGADO BARRIO, GERARDO, PI, INSTO. MATEMATICAS Y FISICA FUNDAMENTAL

JAGJ = GALLEGU JUAREZ, JUAN ANTONIO, PI, INSTO. ACUSTICA

RMHG = HUBER GARRIDO, RAFAEL MARIA, CAT, UNIV. POLITECNICA CATALUÑA

CIENCIAS FISICAS, P95, BOE 5/9/95, CL, 1 PLAZA

EMV = MOYA VALGAÑON, ELVIRA, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

MJMV = MOLES VILLAMATE, MARIANO JESÚS, PI, INSTO. ASTROFISICA ANDALUCIA

JRB = RUBIO BERNAL, JUAN, PI, INSTO. CIEN. MATERIALES MADRID ``A"

JWV = FURTADO VALLE, JOSE WAGNER, PI, INSTO. FISICA CORPUSCULAR

GDB = DELGADO BARRIO, GERARDO, PI, INSTO. MATEMATICAS Y FISICA FUNDAMENTAL

MATEMATICAS, FISICA Y TECNOLOGIAS FISICAS, P93, BOE 17/3/93, CL, 3 PLAZAS

MSMR = SAN MIGUEL RUIBAL, MAXIMINO, CAT, UNIV. ISLAS BALEARES

MNV = NIETO VESPERINAS, MANUEL, PI, INSTO. CIENCIA DE MATERIALES B

CTG = TORRAS GENIS, CARMEN, PI, INSTO. CIBERNÉTICA

MJMV = MOLES VILLAMATE, MARIANO JESÚS, PI, INS. ASTRO. ANDALUCIA

EMV = MOYA VALGAÑON, ELVIRA, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

EMM = MUÑOZ MERINO, ELIAS, CAT, UNIV. POLITECNICA MADRID

JAS = ARACIL SANTOJA, JAVIER, CAT, UNIV. SEVILLA

FISICA Y MATEMATICAS, P90, BOE 13/11/90, CL, 2 PLAZAS

MJMV = MOLES VILLAMATE, MARIANO JESÚS, PI, INSTO. ASTROFISICA. ANDALUCIA

EMV = MOYA VALGAÑON, ELVIRA, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

GDB = DELGADO BARRIO, GERARDO, PI, INSTO. FISICA FUNDAMENTAL

EOD = OUTERUELO DOMINGUEZ, ENRIQUE, CAT, UNIV. COMPLUTENSE MADRID

JAAF = AZCARRAGA FELIU, JOSE ADOLFO, CAT, INSTO. FISICA CORPUSCULAR

MATEMATICAS Y FISICA, P89, BOE 31/8/89, CL, 2 PLAZAS

GDB = DELGADO BARRIO, GERARDO, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

FJBC = BALTA CALLEJA, FRANCISCO JOSE, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

JBA = BERNABEU ALBEROLA, JOSE, CAT, UNIV. VALENCIA

RRV = ROMERO VILLAFRANCA, RAFAEL, CAT, ETSI. AGRONOMOS VALENCIA

MJMV = MOLES VILLAMATE, MARIANO JESUS, PI, INS. ASTROFISICA. ANDALUCIA

MATEMATICAS Y FISICA, P88, BOE 31/8/88, CL, 4 PLAZAS

GDB = DELGADO BARRIO, GERARDO, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

JLAR = ALVAREZ RIVAS, JOSE LUIS, PI, INSTO. CIENCIA MATERIALES MADRID

MQC = QUIROS CARCELEN, MARIANO, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

CAC = ALSINA CATALA, CLAUDIO, CAT, ETS ARQUITEC. UNIV. POL. CATALUÑA

JBA = BERNABEU ALBEROLA, JOSE, CAT, UNIV. VALENCIA

MATEMATICAS Y FISICA, P87, BOE 18/9/87, CL, 2 PLAZAS

FJBC = BALTA CALLEJA, FRANCISCO JOSE, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

FYM = YNDURAIN MUÑOZ, FELIX, CAT, UNIV. AUTONOMA MADRID

RGB = GUARDIOLA BARCENA, RAFAEL, CAT, FAC. CIENCIAS GRANADA

JMQG = QUINTANA GONZALEZ, JOSE MARIA, PI, INS. ASTROFISICA ANDALUCIA

FEM = ESTEVA MASSAGUE, FRANCISCO, CAT, UNIV. POLITEC. CATALUÑA

MATEMATICAS Y FISICAS, P86, BOE 28/5/86, CL, 1 PLAZA

MRS = RICO SAROMPAS, MANUEL, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

FPF = PERADEJORDI FERRERO, FEDERICO, DOCTOR CC QUIMICAS DEL CNRS

JMQG = QUINTANA GONZALEZ, JOSE MARIA, PI, INSTO. ASTROFISICA ANDALUCIA

JAAF = AZCARRAGA FELIU, JOSE ADOLFO, CAT, UNIV. VALENCIA

CAC = ALSINA CATALA, CLAUDIO, CAT, ETS ARQUIT. UNIV. POLITECNICA CATALUÑA

MATEMATICAS, FISICA Y QUIMICA, P85, BOE 17/6/85, CL, 10 PLAZAS

JCG = CASABO GISPert, JAIME, CAT, UNIV. AUTONOMA BARCELONA

MMB = MONTAGUT BUSCAS, MIGUEL, PI, INSTO. QUIMICO SARRIA

FJMS = MENDOZA SANS, FRANCISCO JAVIER, CAT, UNIV. AUTONOMA MADRID

LBB = BOYA BALET, LUIS, CAT, UNIV. ZARAGOZA

VTF = TORRA FERRE, VICENT, CAT, UNIV. PALMA DE MALLORCA

CODIGOS DE NOMBRES (AÑOS 1985-2002)

Entre paréntesis aparece el número de veces que un miembro ha participado en un tribunal de plazas PI. El centro de afiliación es el más reciente que aparece en la lista anterior de tribunales.

AGC (1) = GIMENEZ CAÑETE, ALVARO, PI, INSTO. ASTROFISICA ANDALUCIA

ATR (2) = TIEMBLO RAMOS, ALFREDO, PI, INSTO. MATEMATICAS Y FISICA FUNDAMENTAL

CAC (2) = ALSINA CATALA, CLAUDIO, CAT, ETS ARQUITEC. UNI POL. CATALUÑA

CNAR(1) = AFONSO RODRIGUEZ, CARMEN NIEVES, PI, INSTO. OPTICA DAZA VALDES

CST (1) = SIMO TORRES, CARLOS, CAT, UNIV. CENTRAL BARCELONA

CTG (1) = TORRAS GENIS, CARMEN, PI, INSTO. CIBERNETICA

EMV (5) = MOYA VALGAÑON, ELVIRA, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

EFS (1) = FERNANDEZ SANCHEZ, ENRIQUE, CAT, UNIV. AUTONOMA DE BARCELONA

EMM (1) = MUÑOZ MERINO, ELIAS, CAT, UNIV. POLITEC. MADRID

EOD (1) = OUTERUELO DOMINGUEZ, ENRIQUE, CAT, UNIV. COMPLUTENSE MADRID

FBFP(1) = BRIONES FERNANDEZ POLA, FERNANDO, PI, INSTO. MICROELEC. MADRID IMM-CNM

FEM (1) = ESTEVA MASSAGUE, FRANCISCO, CAT, UNIV. POLITEC. CATALUÑA

FFS (2) = FLORES SINTAS, FERNANDO, CAT, UNIV. AUTONOMA DE MADRID

FJBB(1) = BERMEJO BARRERA, FRANCISCO JAVIER, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

FJBC(2) = BALTA CALLEJA, FRANCISCO JOSE, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

FJMS(1) = MENDOZA SANS, FRANCISCO JAVIER, CAT, UNIV. AUTONOMA MADRID

FPF (1) = PERADEJORDI FERRERO, FEDERICO, DOCTOR CC QUIMICAS DEL CNRS

FVC (1) = VIDAL COSTA, FELIX, CAT, UNIV. SANTIAGO

FYM (1) = YNDURAIN MUÑOZ, FELIX, CAT, UNIV. AUTONOMA MADRID

GDB (5) = DELGADO BARRIO, GERARDO, PI, INSTO. MATEMATICAS Y FISICA FUNDAMENTAL

JAAF(2) = AZCARRAGA FELIU, JOSE ADOLFO, CAT, INSTO. FISICA CORPUSCULAR

JACM(1) = CORDERO MARTIN, JOSE ANTONIO, PI, INSTO. AUTOMATICA INDUSTRIAL

JAGJ(1) = GALLEGO JUAREZ, JUAN ANTONIO, PI, INSTO. ACUSTICA

JAPM(1) = PEREZ MERCADER, JUAN ANTONIO V, PI, CENTRO ASTROBIOLOGIA

JAS (1) = ARACIL SANTOJA, JAVIER, CAT, UNIV. SEVILLA

JBA (2) = BERNABEU ALBEROLA, JOSE, CAT, UNIV. VALENCIA

JCG (1) = CASABO GISPert, JAIME, CAT, UNIV. AUTONOMA BARCELONA

JEBA(1) = BECKMAN ABRAMSON, JUAN ESTEBAN, PI, CAT, INSTO. ASTROFISICA CANARIAS

JIV (2) = ISERN VILABOY, JORDI, PI, CENTRO ESTUDIOS AVANZADOS BLANES

JJBS(2) = BARBOLLA SANCHO, JUAN JOSE, CAT, UNIV. VALLADOLID

JLAR(1) = ALVAREZ RIVAS, JOSE LUIS, PI, INSTO. CIENCIA MATERIALES MADRID

JMG (1) = MILLAN GOMEZ, JOSE, PI, INSTO. MICRO. BARN. IMB-CNM

JMQG(2) = QUINTANA GONZALEZ, JOSE MARIA, PI, INSTO. ASTROFISICA ANDALUCIA

JRB (1) = RUBIO BERNAL, JUAN, PI, INSTO. CIEN. MATERIALES MADRID ``A"

JSB (1) = SESMA BIENZOBAS, JAVIER, CAT, UNIV. ZARAGOZA

JWV(3) = FURTADO VALLE, JOSE WAGNER, PI, INSTO. FISICA CORPUSCULAR

LBB (1) = LUIS BOYA BALET, CAT, UNI. ZARAGOZA

LVM (2) = VAZQUEZ MARTINEZ, LUIS, CAT, UNIV. COMPLUTENSE MADRID

MJMV(4) = MOLES VILLAMATE, MARIANO JESUS, PI, INSTO. ASTROFISICA ANDALUCIA

MMB (1) = MONTAGUT BUSCAS, MIGUEL, PI, INSTO. QUIMICO SARRIA

MNV (1) = NIETO VESPERINAS, MANUEL, PI, INSTO. CIENCIA DE MATERIALES MADRID

MRS (1) = RICO SAROMPAS, MANUEL, PI, INST. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

MSMR(1) = SAN MIGUEL RUIBAL, MAXIMINO, CAT, UNIV. ISLAS BALEARES

MQC (2) = QUIROS CARCELEN, MARIANO,
PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

PVH (3) = VILLARREAL HERRAN, PABLO, PI,
INSTO. MATEMATICAS Y FISICA
FUNDAMENTAL

RGB (1) = GUARDIOLA BARCENA, RAFAEL,
CAT, FAC. CIENCIAS GRANADA

RMHG(2) = HUBER GARRIDO, RAFAEL
MARIA, CAT, UNIV. POLITECNICA
CATALUÑA

RRV (1) = ROMERO VILLAFRANCA,
RAFAEL, CAT, ETSI. AGRONOMOS
VALENCIA

SMM (3) = MONTERO MARTIN, SALVADOR,
PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA MATERIA

VRV (1) = REGLERO VELASCO, VICTOR,
CAT, UNIV. VALENCIA

VTF (1) = TORRA FERRE, VICENT, CAT,
UNIV. PALMA DE MALLORCA

YGSG(1) = SMEYERS GUILLEMIN, YVES
GABRIEL, PI, INSTO. ESTRUCTURA DE LA
MATERIA

EL RINCÓN PRECARIO

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

El primer trimestre del año 2003 fue un periodo “movido” para los investigadores “no establecidos” dentro del sistema científico español. Sin embargo, en los últimos meses las aguas parecen haber vuelto a su cauce, en parte porque se resolvieron los “problemillas de gestión” en la segunda convocatoria del Programa Ramón y Cajal 2002, y aquellos que no habíamos sido agraciados nos hemos tenido que centrar en rellenar de nuevo nuestras solicitudes para la tercera convocatoria, y en parte también porque los recientes episodios internacionales nos han tenido muy ocupados en asuntos menos cercanos a la ciencia pero que a todos nos atañen como personas pertenecientes a un mundo cada vez más globalizado.

Pero también durante este segundo trimestre, algunos asuntos de interés han seguido surgiendo o eternizándose, y provocando ampollas para lo que podríamos denominar, eufemísticamente, el “colectivo menos favorecido”: los becarios de investigación.

Muchas Universidades se han ocupado de elaborar nuevos Estatutos adaptados a la LOU, abriéndose la caja de Pandora: ¿deben los becarios de investigación ser considerados Personal Docente e Investigador o son simples estudiantes? Cada Universidad ha optado por un modelo, pero en general, se tiende a tratar de disminuir los derechos de este colectivo, a caballo entre la formación y el perfeccionamiento, entre el estudio y la productividad. En algunas Universidades, incluso se tiende a considerar que, puesto que la LOU no los menciona, no pueden ser incluidos en los estatutos. Hay un motivo claro para tratar de apartarlos del colectivo PDI: hay muchos becarios, y si se les incluye, deberán tener representatividad en los diferentes órganos de gobierno de las Universidades y los Departamentos.

Esta no es más que la punta del iceberg de los problemas de un colectivo demasiado grande, y demasiado importante para la producción científica en nuestro país, para ser ninguneado. Durante la realización de la Tesis Doctoral, los jóvenes investigadores se afanan en conseguir resultados novedosos que ayuden al avance científico y humanístico, esfuerzo al que se dedican a tiempo completo con una baja remuneración y ausencia de los más elementales derechos. No son trabajadores, pero con demasiada frecuencia (por no decir siempre) tras la denominación de “beca” se esconde una relación laboral encubierta. Y no exagero. Cómo si no se explicaría que se concedan becas para “cubrir una plaza de Secretaría y Administración para la Gerencia del Instituto Teófilo Hernando” en la Universidad Autónoma de Madrid, o en las “ofertas de empleo” de la Escuela Andaluza de Salud Pública se convoca una “plaza” de becario/a para “una persona con un perfil que incluya: licenciatura superior, experiencia previa demostrable en gestión de proyectos de investigación en Salud Pública, dominio de ofimática, conocimientos de inglés, etc..., valorándose además master y experiencia en este campo de trabajo en diseño y mantenimiento de páginas web”... Sin palabras...

Y si no es una relación laboral, alguien debería explicarme por qué el día de la huelga general contra la invasión de Iraq algunos centros del CSIC en sus controles de la adhesión al paro del personal de sus plantillas, incluyeron en ellos a sus becarios, que se encontraban obligados a firmar en las hojas al igual que el resto de los trabajadores.

Para colmo, dentro del sistema de becas ser mujer sigue siendo un escollo. De acuerdo en que en los Centros de “Trabajo” no se aprecia en general la discriminación por sexos, pero sí a la hora de desarrollar una carrera investigadora si tienes una beca y eres mujer. Las protestas elevadas por el colectivo de becarios han permitido mejoras en algunas de las becas concedidas por organismos públicos, incluyendo entre sus derechos el permiso por maternidad... Pero siguen surgiendo nuevas convocatorias en las que este derecho está restringido. Un ejemplo sangrante es la reciente convocatoria de becas del Instituto de la Mujer (¡qué ironía!) (BOE núm. 93 de 18 de abril, 15285-15290) donde se permite “suspender” la beca por 16 semanas en el caso de “ausentarse” los días posteriores al parto. Lo curioso es que los temas de las becas son, por ejemplo, “derechos e igualdad de oportunidades de las mujeres”, “conocimientos sobre la diferencia sexual en la educación”, “conocimientos sobre programas sociales dirigidos a la igualdad de oportunidades”... También ahora me he quedado sin palabras.

Es cierto que el Gobierno ha estado pensando en los últimos meses sobre cómo incentivar la natalidad en nuestro país, y ha instaurado una ayuda de 100 € mensuales para las mujeres trabajadoras... Pero, claro, las becarias no trabajan. Sólo dedican a la investigación su jornada “laboral” completa... tal vez deberían posponer su maternidad hasta conseguir un trabajo estable... Sin embargo, el reloj biológico sigue su curso imparable, y las becas, como alguna marca de pilas, a veces duran... y duran... y duran...

Para añadir sal en las heridas, ha llegado el mes de mayo, y con él la obligación anual de todos los españoles “remunerados” a cumplir sus obligaciones con la Hacienda Pública. Obligación de la que no están exentos nuestros estudiantes(?) -becarios de investigación. Con el agravante que, debido a un “desajuste” entre los Ministerios que conceden las becas y las Universidades receptoras de los becarios, este año muchos becarios se encuentran con que han tenido dos pagadores, y están obligados a presentar la Declaración de la Renta. Ahora, además de no ser trabajadores, tienen que aprender a hacer ingeniería financiera para que no les toque pagar demasiado, porque a cada uno le han aplicado diferentes retenciones, y muchos han necesitado gastar todos sus caudales para hacer frente a los pagos nuestros de cada día...

Mientras tanto, nuestros políticos han estado demasiado ocupados desde la llegada de la pre-campaña electoral como para ocuparse de los problemas de la Ciencia. Y mucho menos de los problemas de los becarios. En los últimos tres años, desde la FJI-Precarios se han ido planteado las necesidades de los jóvenes investigadores a los distintos organismos responsables de la política científica en España. Una de los compromisos asumidos públicamente por el MCyT fue la regulación de las becas mediante un Estatuto, cuya inminente aparición fue anunciada en el Senado por la entonces Ministra Anna Birulés hace ya un año (¡cómo pasa el tiempo!), que debería haber sido redactado en colaboración con los distintos Ministerios implicados en la concesión de becas. El compromiso fue ratificado en diciembre del año pasado por el Secretario de Ciencia y Tecnología Pedro Morenés... Seguro que a casi nadie sorprende que, a día de hoy, dicho Estatuto siga siendo una promesa lanzada al viento. Sin duda, dicho Estatuto no dejará de ser un parche más en las precarias condiciones “laborales” de miles de jóvenes investigadores, pero al menos se conseguiría unificar una serie de derechos mínimos exigibles. Las reiteradas excusas y retrasos injustificados en su elaboración son sólo una muestra más de la desidia de este Gobierno hacia los temas relacionados con la Ciencia.

Por todo ello, un año más la FJI-Precarios ha celebrado en toda España el 8 de Mayo, por segundo año consecutivo, el Día del Investigador Precario, un día en el que se pretende recordar a toda la sociedad la precaria situación de la Ciencia en España, la falta de coordinación en la política científica y, sobre todo, las pésimas condiciones “laborales” en las que se encuentran los investigadores en las primeras etapas de su carrera científica. Podéis leer el texto del “Manifiesto por una condiciones laborales dignas para los Investigadores” que se hizo público ese día desde la FJI-Precarios. Además, el día 13 de Junio se ha celebrado una manifestación en Madrid con el lema “Ningún investigador sin contrato”. La manifestación fue un éxito, y fue acompañada de un nuevo Manifiesto al que se sumaron diferentes colectivos de investigadores, partidos políticos, sindicatos y asociaciones profesionales. Al final de la misma, una representación del colectivo fue recibida por el propio Morenés, que se comprometió a agilizar los trámites para sacar adelante el Estatuto del Becario (y poco más). Podéis encontrar más información sobre el tema en la página web de Precarios.

En el otro extremo de la cuerda, los aspirantes a abandonar la precariedad laboral, los Contratados Ramón y Cajal, se afanan por organizarse. Ardua tarea, debido a la lejanía física y a la diversidad en las áreas de trabajo, pero con unos objetivos comunes: agrupar a todos los Investigadores contratados bajo el Programa Nacional RyC y proporcionarles un foro para el intercambio de opiniones en el que se puedan recoger los problemas relacionados con su actividad como investigadores RyC y canalizarlos a las Instituciones implicadas, propiciar el intercambio científico, difundir a la sociedad la actividad científico-investigadora de los miembros asociados y participar en las actividades conducentes a la implantación de un sistema español de Investigación y Ciencia basado en la calidad y en la evaluación y con un sistema de contratación digna y acorde a los méritos de los investigadores. Estos objetivos están siendo considerados en un borrador de estatutos que está ya siendo discutido para poder inscribirse como Asociación Nacional de

Investigadores Ramón y Cajal. Desde esta página les deseo mucha suerte... Y espero poder un día contarme entre sus asociados.

Mientras se organizan, los inconvenientes o los motivos de escándalo siguen sin dejarlos descansar... No se sabe muy bien por qué, la lista de agraciados con la segunda convocatoria del Programa sigue sin ser publicada en el BOE, y eso no tranquiliza a nadie. ¿Son los contratos “oficiales” o incluso “legales” si no son publicados en el BOE? ¿Por qué han transcurrido ya varios meses sin publicarse? ¿Qué se lo impide? Demasiadas preguntas sin respuesta en una convocatoria que nació torcida y no acaba de enderezarse.

Por otra parte, siguen habiendo “problemillas” para los Cajales que quieren liderar grupos propios. El último ejemplo, la convocatoria de grupos del Plan Andaluz de Investigación en la que exclusivamente los funcionarios pueden ser responsables de esos grupos, cuando en las dos anteriores convocatorias los no funcionarios sí podían liderar estos grupos. ¿A qué se debe este retroceso? Curiosamente, he leído esta información justo después de leer una carta del Presidente Chavez, en respuesta a una carta enviada al periódico El País por una becaria andaluza le escribe textualmente: *“me gustaría dejar claro nuestro compromiso con el impulso a la investigación y con la dignificación del personal investigador”*... Nuestros políticos, con demasiada frecuencia, me están dejando sin palabras...

La última guinda, se la dejo para el sistema de acreditaciones diseñado por la LOU, mediante el cual se pretende conseguir garantizar la calidad de la enseñanza universitaria. La ANECA ha empezado a dar sus veredictos... y parece que algunos colectivos empiezan a ponerse nerviosos. En la web de la Universidad de Sevilla aparece un comunicado en el que algunos ayudantes de LRU y profesores colaboradores contratados están preocupados porque muchas solicitudes de acreditación están siendo denegadas. Y proponen confiar en la Agencia Andaluza de Acreditación para poder acreditarse *“sin tener que depender de los “caprichos” de la ANECA”*... Más bien parece que se desacreditan ellos mismos... Y mal andamos si cada uno barre para casa. Esperemos que las presiones políticas y sindicales no acaben garantizando a cualquiera, independientemente de sus méritos docentes e investigadores, que su puesto de trabajo está asegurado por encima de su cualificación. No parece un buen comienzo, desde luego. Pero muchos conocemos a personas que no han sido acreditadas, a pesar de presentar un *curriculum vitae* investigador más que aceptable y una reconocida experiencia docente... Algunos de estos males podrían resolverse si los candidatos a obtener la acreditación en las distintas agencias, nacionales o autonómicas, dispusieran de la información sobre el baremo aplicado a su evaluación, algo que no siempre está ocurriendo.

¡Caramba! No me había dado cuenta de que me estaba alargando tanto! Sólo pretendía hacerme eco de los problemas que han surgido en estos últimos tres meses dentro de los colectivos de Investigadores (jóvenes y no tan jóvenes) sin empleo fijo. Parecía que este había sido un trimestre tranquilo, pero me temo que eso es imposible cuando la precariedad se ha introducido de forma estable en nuestros laboratorios.

Aún a riesgo de hacerme pesada, no quisiera acabar esta página sin mencionar la interesante discusión que hemos venido manteniendo en el Foro en los últimos días, en relación con la posibilidad de que la AACTE se sumara al Manifiesto de la FJI-Precarios reclamando contratos en lugar de becas. No creo que sea necesario que yo me posicione al respecto, puesto que es lo que he venido defendiendo desde que se creó esta Sección de la Revista. Tampoco puedo decir que me sorprenda la división interna... Estoy demasiado acostumbrada a “pelearme” con personas para las que la beca es una “mili” que todos debemos pasar, tratando de explicar que existen multitud de formas de empleo que reconocen la formación como una parte importante de la misión encomendada al trabajador (no sólo los MIR, también los contratos en prácticas, los contratos de aprendizaje o, incluso, los contratos en el Ejército ahora que es profesional). Pero lo que más me duele, es el miedo a la “funcionarización”, o a que a alguien “no lo puedan echar” porque ha estado contratado... Y más aún el miedo a que al ofrecer empleos dignos a investigadores noveles suponga un gasto inasumible por la administración. Me duele, porque creo que sólo es posible convencer a las Administraciones de la necesidad de ofrecer empleos dignos como remuneración por un trabajo que se realiza con gran dedicación, vocación y esfuerzo si nosotros mismos, los Investigadores que ya hemos alcanzado un estatus más o menos estable, estamos convencidos de ello. Y así nos luce el pelo...

Páginas web de interés sobre los temas tratados en esta sección:

Comunicados de prensa de la FJI-Precarios: <http://www.precarios.org/ofiprensa.php3>

Colectivo de contratados Ramón y Cajal: <http://ramonycajal.dhs.org/>

CRÍTICA DE LIBROS

“Lo que queda por descubrir”, de John Maddox

Rosendo Vilchez Gómez*
Socio de la AACTE

Título: Lo que queda por descubrir. Una incursión en los problemas aún no resueltos por la ciencia, desde el origen de la vida hasta el futuro de la humanidad

Editorial: Debate. Pensamiento. 1999.

Autor: John Maddox.

Versión original: What remains to be discovered: mapping the secrets of the universe, the origins of life, and the future of the human race. Martin Kessler Books, Nueva York, 1998.

En el número anterior de *Apuntes de Ciencia y Tecnología* se presentó el libro *El fin de la ciencia*, donde John Horgan, tras entrevistar a eminentes científicos en diferentes campos de la ciencia, venía a concluir que quedaba poco por descubrir, sólo algunos flecos, que lo más interesante en ciencia ya estaba descubierto y que si quedaba realmente algo interesante, las limitaciones del cerebro humano o de presupuesto, no permitirían llegar a una respuesta.

Tras la publicación de este libro, se levantó un gran debate en el mundo científico. Uno de los principales opositores a esta visión de la ciencia, fue y es John Maddox, editor de la revista *Nature* desde 1966 a 1973 y de 1980 a 1996. *Lo que queda por descubrir* trata de rebatir los argumentos de J. Horgan, aunque en ningún momento se menciona ni a él ni a su libro. Para Maddox, estos cantos de sirena se asemejan a los que circulaban entre los físicos a finales del siglo XIX: todo estaba explicado, salvo «pequeños» flecos. La diferencia de opiniones entre ambos autores quizá se deba a que cada uno aborda la ciencia desde visiones distintas. Horgan es un periodista de *Scientific American* mientras que Maddox es físico. Así, el primero es acusado de no entender bien los problemas en que actualmente se mueve el mundo científico y de haber elegido para su libro sólo aquellas opiniones que apoyaban su tesis mientras que el segundo está demasiado dentro de ese mundo científico cuyo fin profetiza Horgan.

Los diez capítulos de *Lo que queda por descubrir* se dividen en tres partes: la materia (donde se analiza el futuro de la física y la cosmología), la vida (básicamente centrado en el origen de la vida, biología celular y genética) y nuestro mundo (donde se agrupan, a su vez, tres temas más dispares: nuestro cerebro, las matemáticas y catástrofes naturales a gran escala). Cada apartado comienza con un repaso de cómo hemos llegado hasta donde estamos. A partir de aquí, Maddox nos presenta las dificultades que existen en esa parte del saber y por dónde pueden ir las soluciones a los problemas planteados. No obstante, el propio Maddox nos recuerda que muchos de estos problemas no han sido resueltos todavía porque no se han plantado adecuadamente. Además, la solución a los problemas científicos casi siempre se ha encontrado donde menos se esperaba (siete de los diez adelantos médicos más importantes del siglo XX se encontraron por casualidad).

En física, hoy por hoy, la gravedad y la teoría cuántica son irreconciliables, ¿qué es el espacio y el tiempo?, ¿qué es la materia y la energía?, ¿podemos llegar a explicar el origen del universo?, ¿existen los agujeros negros?. En biología celular, sólo se está en una fase taxonómica, se están poniendo nombre a las cosas pero falta un modelo que realmente explique por qué las células funcionan como lo hacen. ¿Cómo surgió la vida?, ¿cómo evolucionan las especies?, ¿es el ADN humano estable?. En cuanto, a nuestro cerebro la pregunta más importante cuya respuesta aún parece lejana es ¿qué es y cómo surge la conciencia?. Por último, plantea los problemas del calentamiento global, las nuevas enfermedades o las colisiones cósmicas. Y a cualquiera con

* Departamento de Física, Universidad de Extremadura. Corr-ele: vilchez@unex.es

formación científica se le podrían ocurrir problemas que ni siquiera están planteados en este libro como pueden ser nuestros limitados conocimientos en ecología, física de la atmósfera u oceanografía.

Es un libro de lectura amena muy recomendable para todo aquel que quiera saber dónde están los límites de la ciencia en la actualidad, hasta dónde hemos llegado y por dónde habría que seguir trabajando. No obstante, sólo sabremos realmente si vamos por el buen camino o si estamos en un callejón sin salida cuando hallemos la solución. Para Maddox sólo estamos prácticamente en el despertar de la ciencia y los verdaderos retos sólo los estamos empezando a plantear.
