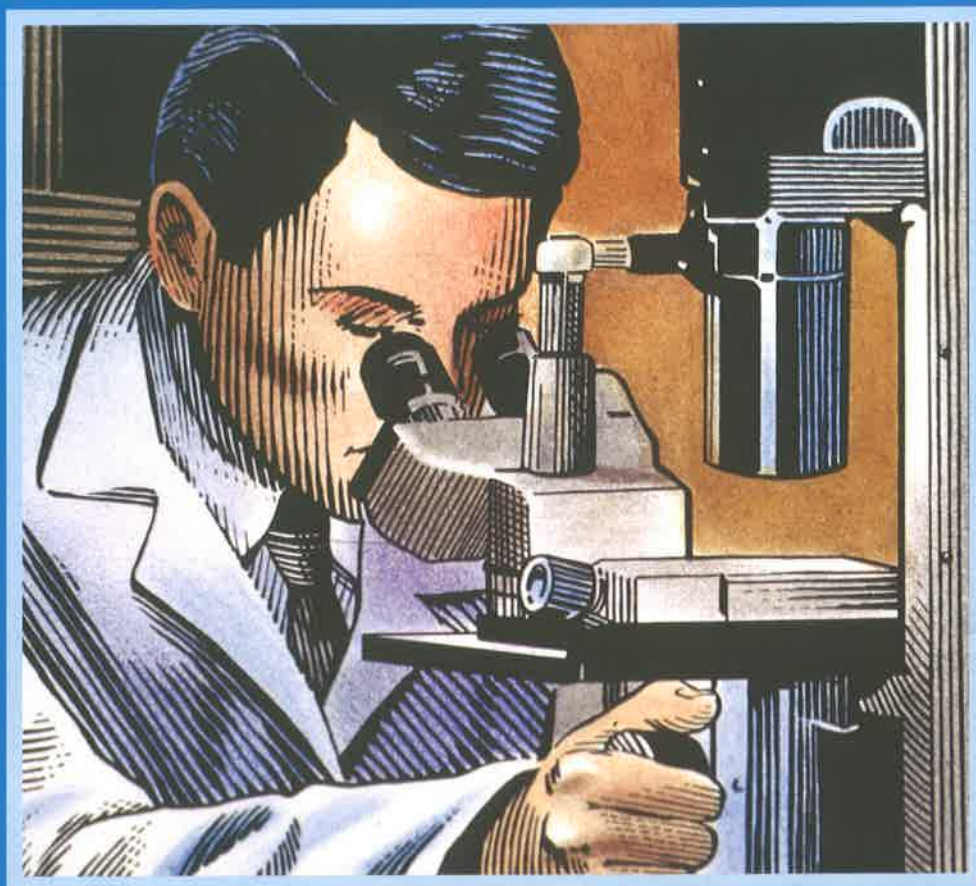


# SEBBM

# SEBBM

Publicación  
trimestral.  
Número 131  
Abril de 2001



- ▶ **Secuenciación de genomas e investigación genómica**
- ▶ **La organización social de la ciencia**
- ▶ **Ramón Marimón: Necesitamos consolidar el sistema de ciencia y tecnología en España**

- 3 Editorial
- 4 Tribunas de opinión  
Ha desaparecido la ilusión
- 6 Dossier científico  
Secuenciación de genomas  
e investigación genómica
- 12 Política científica  
La organización social  
de la ciencia
- 16 Entrevista  
Ramón Marimón:  
"Necesitamos consolidar  
el sistema de ciencia  
y tecnología en España"
- 21 Sociedad  
Reseña de libros  
Referencias  
Cartas al director  
Humor

## Hay que cambiar la legislación

No cabe ninguna duda de que el sistema español de Ciencia y Tecnología está muy lejos de ser realmente competitivo. Incluso nuestras mejores instituciones se encuentran a considerable distancia de los estándares que marcan los grandes centros americanos o europeos. Se ha insistido mucho en la baja inversión en investigación de España que, como todos sabemos, es inferior al 1% del PIB, muy por debajo de los niveles de los países más desarrollados. Se podría llegar a pensar (y de hecho es un argumento implícito en muchos razonamientos sobre el tema) que todos nuestros males se resolverían, simplemente, aumentando ese porcentaje. Esa es sin duda una condición necesaria, pero no suficiente.

Si se quiere conseguir el objetivo de desarrollar un sistema realmente homologable no sólo es necesario invertir más dinero. Será también imprescindible modernizar la legislación en el sentido de hacerla más flexible. La rigidez del sistema legal español es un escollo mayor para la investigación puntera que la falta de medios económicos.

El gobierno actual del PP tiene una cómoda mayoría parlamentaria, la oposición ha demostrado una especial sensibilidad por los temas relacionados con la investigación. Es, sin duda, un momento muy favorable para atacar el problema sin complejos y dotarnos de unas leyes equiparables a las vigentes en los países con los que hemos de competir. ■

**Joan J. Guinovart**

Coordinación editorial: **Xavier Pujol Gebellí**

Maquetación: **Joaquín Lecina**

Secretaría de redacción: **Amparo Latorre**

Documentación: **Fina Villanueva**

Suscripciones: **Luzma Morata**

y **Juan M. Fernández**

SEBBM es una publicación editada por la

**Sociedad Española de Bioquímica y  
Biología Molecular.**

Vitruvio, 8 • 28006 Madrid

Tel. 91 561 33 81 • Fax: 91 561 32 99

E-mail: [bmsgr04@fresno.csic.es](mailto:bmsgr04@fresno.csic.es)

<http://www.bq.ub.es/sebbm/>

Producción: **Ediciones E.J.S.A.**

Director Gerente: **Andrés Pontón**

Directora de publicaciones: **Mayte Quílez**

Director de arte: **Miquel Aparici**

Av. Diagonal, 468, 5º A y C 08006 Barcelona

Tel. 93 292 22 17 • Fax 93 237 63 23

Departamento de Publicidad:

Director comercial: **Maciej Zielaskiewicz**

Coordinadora publicidad: **Sandra Domènech**

Barcelona: **Silvia Díaz: 93 292 22 17**

Madrid: **Mercedes Entrena: 91 563 82 00**

Fotomecánica: **Digital Screen.**

Numancia, 75, 5º D

Imprime: **Novoprint, S.A. c/ de la Técnica, s/n.**

Ctra. N II, km 593

Sant Andreu de la Barca (Barcelona)

Depósito Legal: **B-2470-99**

El contenido de los artículos no refleja necesariamente la opinión de la SEBBM. Se autoriza su reproducción citando la procedencia. Se recuerda que el nombre de la SEBBM no debe ser utilizado por ningún miembro de la Sociedad para pedir ayudas para la organización de cursos, congresos o cualquier otro tipo de convocatoria sin autorización de la Junta Directiva. SEBBM es una publicación periódica de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular.

Pedro Pascual  
Catedrático emérito  
de la Universidad de Barcelona

# Ha desaparecido la ilusión

Los investigadores universitarios que pasamos de los sesenta años, y también algunos más jóvenes, hemos visto una gran transformación en nuestra Universidad. No tengo ninguna duda de que la inmensa mejora de la investigación universitaria, que hoy día representa al menos el 80% de toda la investigación básica española, se ha hecho gracias al esfuerzo del profesorado universitario, en todos sus niveles, y con ayudas muy escasas de los gobiernos de la dictadura que nos ha tocado vivir y de los gobiernos democráticos posteriores. En 1960 no creo que el gasto en Investigación y Desarrollo (I+D) llegara al 0,25% del PIB, cuando los países más avanzados estaban gastando por encima del 1%. En 1981, España gastaba en estas tareas el 0,42% y Alemania y Gran Bretaña casi seis veces más. En ese mismo año las publicaciones con al menos un autor español recogidas en el Science Citation Index eran un mero 0,70% del total mundial.

A mediados de la década de los 80 fueron nombrados un Ministro de Educa-

ción y Ciencia y un Secretario de Estado para Universidades e Investigación que, como todos los que han ocupado cargos análogos, decían que la investigación era una pieza clave para el desarrollo del país. La única diferencia con respecto a sus predecesores y seguidores es que ellos lo decían y, lo que es realmente sorprendente, es que lo creían. Ambos abandonaron el Ministerio a finales del curso 1991-92. En 1991 habían logrado que los gastos en I+D fueran ya del 0,87% del PIB, comparado con el 2,66% de la todavía República Federal Alemana y el 2,08% de la Gran Bretaña. Por otra parte, las publicaciones españolas, en el sentido definido anteriormente, crecieron hasta alcanzar el 1,69% del total mundial.

No era esto lo más importante, sino que durante este periodo se estableció un nuevo marco normativo para la definición y ejecución de la política científica y tecnológica de España. Se estructuró mediante la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, de 1986. Mediante esta ley se crearon distintos organismos, entre los que cabe destacar la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), como órgano de la planificación, elaboración, coordinación, evaluación y seguimiento del Plan Nacional de I+D, y la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP), con la misión de realizar la evaluación de la calidad científico-técnica de las solicitudes de proyectos y demás acciones que las entidades y grupos de investigación presentaban para la ejecución de los programas del Plan Nacional de I+D. A pesar de las dificultades iniciales

de hacer funcionar todo este organigrama, el sentir de una mayoría de científicos es que se iba por el buen camino y que el futuro era esperanzador. La ANEP funcionaba bien y había consenso en que las evaluaciones eran correctas y todas las convocatorias se resolvían, en general, dentro de los plazos prefijados. Había ilusión.

Por aquel entonces, una de las preocupaciones en el sistema universitario eran los sueldos del profesorado, claramente insuficientes para los de edades intermedias. La solución se halló en parte gracias a los llamados gallifantes, creados por un Real Decreto de 1989. Los de docencia, que se dieron indiscriminadamente, sirvieron para aumentar los sueldos de todo el profesorado, pues dependían de las Universidades y ninguna se atrevió a hacer algo que no fuera café para todos. Los de investigación dependían de una Comisión Nacional y sirvieron para que, por primera vez en la historia, los sueldos de los funcionarios dependiesen de la labor realizada.

Evidentemente, las cantidades correspondientes a un gallifante no fueron muy elevadas, pero creo sinceramente que en aquellos momentos no se podía hacer más y basta recordar el gran esfuerzo que el método despertó en muchos equipos de gobierno de las Universidades. Por otra parte, los criterios de evaluación que se emplearon fueron muy suaves y a pesar de ellos los resultados no fueron brillantes.

Al tratarse de evaluación de tramos de seis años de duración es posible que en el periodo considerado algún científico

**Pese a las dificultades tras la reorganización de la Ciencia en España, en los primeros noventa había ilusión, el sentir de los científicos es que se iba por el buen camino**

## **En la última década ha habido una reducción real de más del 21% para la investigación básica que se desarrolla en la Universidad española**

haya podido ser evaluado más de una vez. A pesar de esto, y tras un primer análisis, es posible constatar que el número de profesores universitarios que habían solicitado su evaluación no llega al 60% del total y que más de uno de ellos había eliminado años de su carrera en la solicitud.

Tras las cuatro primeras evaluaciones se concedieron 20.988 tramos que representaban casi el 60% de los evaluados (35.338 en total). En una primera aproximación, puede decirse que del total de profesores que habían solicitado su evaluación, a una tercera parte se les dieron los tramos solicitados, otra tercera parte obtuvo un éxito parcial y el resto no obtuvo nada. Los flojos resultados de los profesores titulares de Universidad puede ser una consecuencia de la nefasta idoneidad prevista en la Ley de Reforma Universitaria (LRU) de 1983. ¿Por qué, ahora que es posible, no se ha desarrollado más este proceso para marcar mayores diferencias de sueldos de acuerdo con la labor realizada?

¿Qué ha pasado después? La función 54, denominada "Investigación Científica, Técnica y Aplicada", es el conjunto de los programas presupuestarios que engloban los créditos destinados a financiar la política científica y tecnológica en los Presupuestos Generales del Estado. Estas actividades las desarrollan tanto los organismos públicos que dependen de la Administración como otras instituciones públicas, privadas sin ánimo de lucro y empresas que acceden a la financiación pública en forma de subvenciones o créditos. Esta función está dividida en nueve capítulos. El Capítulo VIII está destinado, en su mayor parte, a la concesión de préstamos a empresas, tanto públicas como

privadas, para el desarrollo de diversos proyectos militares de alcance internacional en cuya realización participa España y que son relevantes desde el punto de vista de la innovación tecnológica, porque deben contribuir a fomentar el esfuerzo y la capacidad tecnológica de la industria española.

En los presupuestos de 1990 el total de la función 54 era, excluyendo el Capítulo VIII, de 198.949 Mpta que, teniendo en cuenta el IPC de cada año, deberían haberse aumentado, sólo para poder mantener el poder adquisitivo, hasta alcanzar la cifra de 286.977 Mpta. Pero en éstos sólo aparecen 226.509 Mpta. Es decir, ha habido una reducción real de más de un 21%. Por el contrario, el Capítulo VIII, que en 1990 disponía de 9.304 Mpta (13.421 Mpta en pesetas de 1999) se había transformado en 1999 en 233.494 Mpta. El dinero que realmente interesa a los investigadores universitarios no sólo no ha aumentado sino que se ha venido recortando sistemáticamente. El gasto total en I+D fue en 1999 el 0,89% del PIB. Diez años de estancamiento general y de descenso para la investigación básica.

No sólo los presupuestos son peores sino que están cada día peor gestionados. Los cuatro años de la legislatura anterior, a base de retrasar convocatorias, se ha reducido en muchos programas a tres, sin que haya habido protestas de los equipos de gobierno de las Universidades ni del Consejo General de Universidades. El Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico e Innovación Tecnológica (2000-2003) se está retrasando considerablemente sobre las predicciones y el crecimiento que da para el esfuerzo en I+D y que dice que llegará al 1,2% del PIB en 2003, se basa no en un mayor esfuerzo del Estado sino en un comportamiento utópico de la financiación privada. En dicho Plan se dice que el gasto en I+D para 1999 sería de 1,09% del PIB, frente a la cifra oficial dada antes.

Los investigadores tendrán que hacer esfuerzos sobrehumanos para compensar el poco interés de la Administración del Estado. Si se quiere que la Universidad española mejore es necesario acercarnos a los modelos de las Universidades de nuestro entorno socioeconómico cam-

biando sus órganos de gobierno: deben reestructurarse los Consejos Sociales dándoles mayores competencias; es imprescindible cambiar el procedimiento de elección de Rectores y la composición demagógica de los claustros.

Para hacer una investigación moderna se necesitan más fondos pero también más investigadores. La edad media del profesorado universitario es muy alta y crece, prácticamente, un año cada año, pues las plantillas están inmovilizadas. ¿Cómo es posible atraer estudiantes para que sean los investigadores del mañana si no tenemos ninguna perspectiva de crecimiento? El número de jóvenes investigadores expatriados crece cada año. Los equipos de gobierno de las Universidades dedican las pocas plazas existentes a resolver los problemas de los investigadores que no se han atrevido a ir al extranjero a completar su formación. Los demás para ellos no existen.

Desgraciadamente, los planes anunciados una y otra vez por el Gobierno en la legislatura anterior también parecen ir en este sentido. Por suerte, nunca han pasado de borradores. Al Gobierno de la Nación le gustaría resolver el problema sin gastar una peseta extra, pero desgraciadamente esto no es posible. Se necesita urgentemente una solución. Vamos a retroceder en Investigación Básica y sin ésta no existe la Aplicada ni es posible el Desarrollo. Inmediatamente debe estructurarse una carrera investigadora en este país, no necesariamente de funcionarios. Ha desaparecido la ilusión. ■

## **Para que la Universidad mejore es necesario revisar sus órganos de gobierno, reestructurar los Consejos Sociales, cambiar el procedimiento de elección de Rectores y la composición demagógica de los claustros**

# Secuenciación de genomas e investigación genómica

*La reciente publicación del borrador del Genoma Humano, así como la del genoma del considerado modelo vegetal por excelencia, Arabidopsis thaliana, ha permitido volver a poner sobre la mesa, además de su intrínseco valor científico, el potencial que atesora la investigación genómica. Para el autor, marcan hitos en una carrera que no he hecho más que empezar.*

La Genómica es un área nueva y fascinante de la Biología, que se hace posible a través de los esfuerzos en la secuenciación de ADN a gran escala". Con esta frase se abre la página web dedicada a la Genómica creada por el Centro Nacional de Información Biotecnológica de EE.UU., donde se recopila toda la información relevante sobre la investigación genómica y sobre la secuenciación de genomas, como fuente principal de información que nutre el desarrollo de esta nueva ciencia.

Conocer la totalidad de la información genética que contiene un ser vivo es el punto de partida que nos permitirá llegar a entender todas las funciones biológicas de los organismos, tanto en el estado normal como en los estados patológicos. Ante las numerosas aplicaciones que pueden derivarse de un conocimiento de esta envergadura, la determinación de la secuencia completa de los genomas ha despertado un interés sin precedentes en todos los ámbitos, desde los propios científicos hasta los medios de comunicación.

Los Proyectos Genoma no se limitan a obtener la secuencia de nucleótidos de cada cromosoma, sino que también incluyen la descripción de la estructura molecular de cada una de las unidades de transcripción. Para ello, la secuenciación de ADN genómico se suele complementar con proyectos paralelos que incluyen el análisis masivo de clones de cDNA mediante secuenciación parcial, una estrategia denominada *EST sequencing*. Los Proyectos Genoma también abarcan el estudio *in silico* de las posibles

funciones biológicas desempeñadas por cada uno de los genes predichos, mediante el empleo de herramientas bioinformáticas. A este área de la ciencia se le denomina Genómica Estructural y constituye el grueso de la investigación genómica en el mundo.

Una vez alcanzado ese primer paso en un organismo dado, la información obtenida permite analizar, de manera global y sistemática, la expresión de cada uno de los genes en distintas condiciones fisiológicas. Este análisis, cuyo objetivo último es conocer las funciones biológicas desempeñadas por cada gen y por cada proteína, se incluye dentro de la denominada Genómica Funcional.

## Secuenciación de genomas de organismos modelo

En los orígenes del Proyecto Genoma Humano, ya se planteó la necesidad de obtener la secuencia genómica de otros organismos que sirvieran como marco de referencia frente al cual pudiéramos comparar la secuencia de nuestro propio genoma. Además del interés obvio que tienen los genomas de estos *organismos modelo*, existe un interés creciente por conocer la secuencia de otros muchos, lo que se manifiesta en cientos de iniciativas genómicas, distribuidas en todos los países desarrollados (excepto España) e incluso en países en desarrollo.

El primer modelo eucariótico elegido fue la levadura (12 Mb), a cuya secuenciación contribuyó la UE con la mitad de la secuencia final. El trabajo se llevó a cabo bajo una fuerte presión debida a la

competencia internacional y se extendió durante seis años, implicando a 92 laboratorios europeos, entre ellos 12 laboratorios españoles. Casi todos los equipos que contribuyeron a este proyecto eran laboratorios con una tradición previa de investigación en distintos aspectos de la biología de las levaduras, por lo que es comprensible su interés en participar en la secuenciación del genoma de *su* organismo modelo. Sin embargo, algunos de los laboratorios participantes no tenían ningún interés particular en el genoma de la levadura, sino en el desarrollo de las técnicas de secuenciación de DNA a gran escala. Estos laboratorios se autodenominaron los *mercenarios de la secuenciación*, entre los que se encuentra nuestro laboratorio. La secuencia completa se publicó, en 1997, en forma de un artículo multiautor para cada uno de los 16 cromosomas (Jacq et al, 1997), y marcó un hito en la investigación genómica, al tratarse del primer genoma completo correspondiente a un eucariota. Tras esta publicación, muchos de los laboratorios que participaron en la secuenciación de este genoma se implicaron en la siguiente etapa lógica: el estudio funcional (Genómica Funcional) de los genes de este organismo (EUROFAN y EUROFAN II). Por su parte los mercenarios de la secuenciación nos involucramos posteriormente en la secuenciación de otros genomas, aprovechando la experiencia adquirida en este proyecto.

Los primeros modelos animales, cuyos genomas ya han sido completamente secuenciados son *Caenorhabditis elegans* (97 Mb) y *Drosophila melanogaster* (137

## Los inicios de la era genómica

El bacteriófago phi  $\phi$ 174 fue el primer organismo cuyo genoma completo se pudo determinar (Sanger et al, 1977). Desde entonces, se ha producido un crecimiento exponencial del número de secuencias nucleotídicas que podemos encontrar en las bases de datos públicas. Los avances de la Biología Molecular y de las técnicas de secuenciación de DNA han permitido, durante dos décadas, que científicos de todo el mundo determinen la secuencia de un gran número de plásmidos y de genomas víricos, así como genomas organulares. Sin embargo, hasta hace un par de años, casi todas las secuencias que podíamos encontrar en las bases de datos eran, a excepción de esos pequeños genomas, visiones parciales de genomas más complejos: secuencias de ADN genómico correspondientes a genes concretos, secuencias de transcritos (cDNAs y ESTs) y secuencias de marcadores moleculares, principalmente.

Durante esas dos décadas, casi todos los trabajos de investigación que han incluido la obtención de secuencias han tenido como centro de atención a los genes y a las proteínas que éstos codifican. En este período, la secuenciación de los genomas nucleares de los eucariotas, e incluso los genomas procarióticos ha sido inabordable: el estado de las técnicas no permitía iniciar esta tarea con un coste que pudiera considerarse aceptable por parte de alguna entidad financiadora. Con esta situación, hemos tenido que conformarnos con una información fragmentada y dispersa. Sin embargo, en 1995 se produjo un cambio cualitativo cuyas consecuencias eran difíciles de predecir. En ese año se publicó el primer genoma completo de un organismo celular, *Haemophilus influenzae* (Fleischmann et al, 1995). Esa publicación marca un hito en la Biología y abre una era en la que se ha abordado un gran número de Proyectos Genoma encaminados a determinar la secuencia completa de los genomas de organismos que se han seleccionado sobre la base de su utilidad como sistemas modelo o bien en base a las aplicaciones que pueden derivarse a partir de la información genómica.

Desde 1995, se han publicado 37 genomas microbianos (29 bacterias y 9 arqueobacterias) y 4 genomas eucarióticos, si bien el número de proyectos genoma que están en fase de ejecución es muy superior. A esta lista hay que añadir los proyectos genoma financiados por grandes empresas, muchos de los cuales no se van a hacer públicos. Acaba de iniciarse la era de la Genómica, en la que los genomas son abordables en su totalidad.

Ante la inmensa cantidad de información sobre genomas que está generando la comunidad científica, se han creado varios servidores de información especializados en recopilar dicha información, tanto en lo que se refiere a genomas finalizados como proyectos genoma en curso. El principal servidor de esta categoría es ENTREZ GENOMES ([www.ncbi.nlm.nih.gov/Genomes/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genomes/)), que está gestionado por el National Center for Biotechnology Information (EE.UU.), conocido popularmente como el NCBI.

Mb), si bien las secuencias publicadas están todavía en proceso de anotación y análisis. El primero de estos genomas animales ha sido secuenciado, sin la participación de España, mediante un consorcio entre el Centro de Secuenciación de Genomas de la Universidad de Washington y el Sanger Centre (Reino Unido), mientras que el genoma de *Drosophila* se ha obtenido a través de una colaboración entre 27 laboratorios americanos y 7 europeos, incluido el equipo de Juan Modolell y Beatriz de Pablos (Centro de Biología Molecular Severo Ochoa).

Además de estos genomas animales, hay en curso un proyecto, en fase muy avanzada, dedicado a la secuenciación del genoma del ratón. En ese trabajo participan diez laboratorios de EE.UU. y la publicación del primer borrador es inminente. Finalmente, la última incorporación a los modelos animales es el pez cebra (*Danio rerio*), que se ha elegido

por su extraordinaria utilidad para el análisis genético del desarrollo de los vertebrados. La secuencia del genoma de este pez se está determinando a través de un consorcio entre el Sanger Centre, el Instituto Max-Planck de Biología del Desarrollo (Alemania), el Instituto Holandés de Biología del Desarrollo y el Harvard Medical School (EE.UU.)

Además de la secuenciación de genomas considerados como modelos animales, hay en marcha proyectos, en diferentes estadios, centrados en la secuenciación de los genomas de las principales especies de interés en ganadería y en acuicultura (cerdo, pollo, oveja, vaca, y el pez *Tilapia*, entre otros), sin la concurrencia de ningún laboratorio español.

En cuanto a los genomas vegetales, el primer modelo elegido ha sido *Arabidopsis thaliana*, cuya secuencia completa (115,4 Mb) ha sido obtenida recientemente. En esta tarea han participado

dos laboratorios españoles: uno de Barcelona (ver más abajo) y el equipo que dirige el autor de este artículo (Meyer et al, 1999; Salanoubat et al, 2000). El segundo modelo vegetal es el arroz, de cuyo genoma había un primer borrador (259 Mb), obtenido por Monsanto. Recientemente la empresa Syngenta ha anunciado que ha obtenido un borrador más completo de este genoma (un total de 430 Mb) a través de una colaboración con la empresa Myriad Genetics. En ambos casos, la información genómica del arroz no se ha hecho pública mediante los sistemas tradicionales, si bien cualquier investigador puede acceder a ella a través de acuerdos de colaboración. En paralelo, existe un proyecto público del genoma del arroz, todavía en curso, en el que participan EE.UU., Japón, Corea, China, Taiwán, Tailandia y Francia.

Además de la secuenciación del genoma de modelos vegetales, existen proyectos

en marcha para un gran número de especies de interés agrícola o forestal: maíz, cebada, trigo, soja, alfalfa, tomate, patata, algodón, coco, caña de azúcar y banana, así como varias especies de pino y eucalipto. Nuevamente, en el Reino Vegetal se hace patente la falta de participación de equipos de España. A pesar de que existen equipos con suficiente capacidad, no tenemos ningún programa específico dedicado a fomentar nuestra participación en estas iniciativas, en las cuales se requiere que cada país participante aporte recursos financieros.

#### Utilidad de la secuenciación de genomas

Es evidente que las iniciativas para obtener el genoma de organismos distintos de la especie humana no se mueven por un mero afán de obtener conocimientos científicos, sino porque existen claras expectativas de obtener un beneficio, bien sea para la salud de las personas, la de los cultivos o de los animales, o simplemente porque pueda generarse un beneficio económico a través del uso de la información obtenida. Sea cual sea el motor de estas iniciativas, el hecho es que los políticos, los científicos y las grandes empresas se han puesto de acuerdo, en todos los países de nuestro

entorno, para concentrar sus esfuerzos y abordar estas tareas. A continuación veremos varios ejemplos que ilustran algunas de las aplicaciones más inmediatas.

El primer ejemplo, que constituye el grueso de los genomas ya publicados, corresponde a las bacterias. Si bien algunos de estos genomas corresponden a bacterias de vida libre, con algún interés ecológico o evolutivo, la mayor parte de los genomas bacterianos ya conocidos, así como los que están en proceso de secuenciación, corresponde a bacterias patógenas, bien se trate de patógenos humanos o animales, o bien fitopatógenos. La utilidad inmediata de secuenciar estos genomas radica en que esto permite identificar nuevas dianas contra las cuales se podrá combatir el patógeno, a través del desarrollo de drogas altamente selectivas, dirigidas contra productos génicos esenciales para el ciclo de vida de esos organismos. Además, el estudio comparativo entre el genoma de bacterias patógenas y el de bacterias no patógenas está permitiendo comprender las bases de la patogenicidad y de la especificidad de huésped. Este mismo razonamiento se aplica a la secuenciación de genomas de protozoos y de hongos patógenos. De ahí la existencia de proyectos

muy avanzados que se han concentrado en la secuenciación del parásito de la malaria (*Plasmodium falciparum*), así como el genoma de *Leishmania major* y el de *Trypanosoma brucei*, entre otros protozoos. También hay proyectos en marcha dedicados a secuenciar los genomas de *Ustilago maydis*, *Candida albicans*, *Aspergillus fumigatus* y otros 8 genomas fúngicos. También en la secuenciación de los genomas de hongos y de protozoos, la ausencia de España es una constante, con la excepción del genoma de *A. fumigatus*, a cuya secuenciación contribuyen cuatro equipos españoles del Instituto de Microbiología Bioquímica de Salamanca.

Un segundo ejemplo que ilustra la utilidad de analizar genomas es la secuenciación de genomas vegetales de interés agroalimentario. Existen decenas de iniciativas encaminadas a obtener la secuencia (total o parcial) de los genomas de los principales cultivos del mundo. En muchos casos, estas iniciativas no tienen como objeto conseguir la secuencia genómica completa sino aprovechar las técnicas genómicas para identificar los genes de mayor valor biotecnológico. Para ello, se está combinando la secuenciación parcial a gran escala de clones de cDNA (*EST sequencing*), la

## Investigación genómica y Política Científica en España

Después de la publicación del primer borrador de la secuencia del genoma humano, estamos oyendo, desde algunos foros, el anuncio del fin de la era genómica y el inicio de una supuesta *era post-genómica*. Según esos puntos de vista, las alusiones a la secuenciación de genomas se hacen refiriéndose al pasado, mientras que la investigación genómica del presente y del futuro consistiría, principalmente en la llamada Genómica Funcional. Este punto de vista, aunque respetable, es discutible: a pesar de la trascendencia que tiene el análisis funcional de los genes y de las proteínas, no podemos olvidar que la secuenciación de genomas sigue siendo un campo extremadamente activo en todo el mundo. Es fácil comprobar que existen cientos de iniciativas para secuenciar genomas de un gran número de organismos, incluso de diferentes cepas de un mismo organismo, y que implican a numerosos países. En todas estas iniciativas, la ausencia de España es realmente bochornosa.

Hemos visto en este artículo que, de momento, España ha hecho y está haciendo unas modestas aportaciones a la secuenciación de genomas. Existen decenas de grupos en España con capacidad suficiente como para contribuir de manera importante a la carrera por secuenciar genomas. Sin embargo, si la política genómica en España se centra exclusivamente en la llamada post-genómica, vamos a convertir a nuestro país en un lugar cuyos científicos se dedicarían a analizar la información (las secuencias) que se estará obteniendo en otros, y estaremos consolidando, una vez más, la expresión "*Que inventen ellos*". Estamos ante un riesgo inminente de convertirnos en usuarios de información de segunda mano, donde nos conformemos con acceder a la información genómica, una vez que quienes la generan hayan evaluado sus posibles aplicaciones.

Ya perdimos en su día la oportunidad de contribuir a la secuenciación del Genoma Humano por falta de inversiones específicas para este fin, pero todavía estamos a tiempo de incorporarnos a la era genómica, incluida la secuenciación de genomas. Esperemos que el nuevo Ministerio de Ciencia y Tecnología sea consciente de la trascendencia de las decisiones que debe tomar en los próximos meses y defina una política genómica acorde con las tendencias internacionales. Quienes decidan la política de investigación genómica en España, y quienes les asesoren, no deberían olvidar la secuenciación de genomas sigue siendo el núcleo de la investigación genómica en el mundo.

Tabla 1 - Proyectos de secuenciación de genomas financiados por la UE

Organismo (tamaño del genoma)	Nº de Laboratorios europeos implicados (nº de laboratorios españoles)	Estado del proyecto *
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (12 Mb)	92 (12)	Secuencia final publicada
<i>Bacillus subtilis</i> (4,2 Mb)	15 (1)	Secuencia final publicada
<i>Drosophila melanogaster</i> (137 Mb)	7 (1)	Secuencia final publicada
<i>Arabidopsis thaliana</i> (116 Mb)	36 (2)	Secuencia final publicada
<i>Schizosaccharomyces pombe</i> (14 Mb)	13 (2)	Finalizado: manuscrito en preparación
<i>Leishmania major</i> (33,6)	12 (0)	Finalizado: manuscrito en preparación
<i>Rhizobium meliloti</i> (3,7 Mb)	6 (0)	Finalizado: manuscrito en preparación
<i>Dictyostelium discoideum</i> (34 Mb)	13 (0)	En fase de anotación de las secuencias
<i>Listeria monocytogenes</i> (3,2 Mb)	10 (3)	En ejecución
<i>Sulfolobus solfataricus</i> (3 Mb)	4 (0)	En ejecución
<i>Aspergillus fumigatus</i> (32 Mb)	7 (4)	Fases iniciales del proyecto

genómica comparativa, y los estudios moleculares de ligamiento a marcadores genéticos. Sirva como ejemplo citar el hecho de que la base de datos GenBank contiene 2.633 secuencias nucleotídicas, procedentes de plantas, que están asociadas a patentes, si bien es difícil estimar el número de patentes vegetales basadas en secuencias, ya que muchas de ellas incluyen más de una secuencia.

#### La secuenciación del genoma de *Arabidopsis*

En *Arabidopsis*, los primeros cromosomas completamente secuenciados fueron los cromosomas 2 y 4, cuyas secuencias se publicaron en diciembre de 1999 en la revista *Nature*. El cromosoma 2 (19,6 Mb) fue secuenciado íntegramente en EE.UU. por parte del Instituto para la Investigación Genómica (TIGR), mientras que el cromosoma 4 (19,3 Mb) ha sido secuenciado por un consorcio formado por laboratorios americanos y europeos, en el que hemos participado dos laboratorios españoles. La contribución europea a la secuencia final del cromosoma 4 fue de 5,3 Mb, con un coste de 5 millones de ECU, de las cuales 88.250 pb se obtuvieron en el equipo de Barcelona y 80.386 pb en el equipo de Valencia (Mayer et al, 1999).

Las secuencias de los cromosomas 1, 3 y 5 han sido publicadas en diciembre de 2000, también en la revista *Nature*. La contribución europea a la secuenciación del cromosoma 3 (22,7 Mb) de *Arabidopsis* ha sido de 9,2 Mb correspondien-

tes al brazo pequeño de dicho cromosoma y ha costado 5 millones de ECU. Este coste incluye una pequeña partida (aproximadamente el 5%) para la coordinación bionfórmica y la anotación de las secuencias. El resto de la financiación está destinada a cubrir los costes de la secuenciación de cada uno de los clones de DNA genómico (clones BAC con insertos en torno a las 100 kb) a razón de 0,45 ECU (75 Ptas.) por cada par de bases de secuencia final obtenida.

Los laboratorios españoles hemos contribuido a la secuencia del cromosoma 3 de *Arabidopsis* con 868.090 pb de secuencia final, que ha sido obtenida en dos laboratorios: uno de ellos, ubicado en el Instituto de Biología Molecular de Barcelona y liderado por Pere Puidomelech ha contribuido con 310.805 pb de la secuencia final correspondientes a 3 clones BAC; nuestro laboratorio, (en colaboración con la empresa Sistemas Genómicos) ha contribuido con 557.285 pb de secuencia, correspondiente a 6 clones BAC.

En cuanto al cromosoma 1 (28,8 Mb), éste ha sido secuenciado íntegramente en laboratorios de EE.UU. Finalmente, el cromosoma 5 (25,9 Mb) se ha secuenciado con un consorcio formado por un instituto japonés, dos equipos de EE.UU. y un consorcio europeo en el que no ha habido ningún miembro español.

#### Secuenciación de genomas y competitividad

Uno de los motores que ha impulsado el rápido avance de la investigación ge-

nómica en el mundo ha sido la *competitividad*. La confluencia de intereses entre laboratorios europeos, americanos y japoneses ha llegado hasta el punto de situaciones críticas en algunas reuniones de coordinación. Secuenciar genomas ha sido, y es, una carrera en la que el objetivo es obtener la mayor cantidad posible de secuencia genómica, en el menor tiempo posible y con el mínimo coste, manteniendo el máximo nivel de exigencia de calidad sobre la secuencia final. En definitiva, participar en la secuenciación de genomas requiere ser cada día más eficaz, lo que implica la necesidad de realizar constantes esfuerzos tecnológicos para optimizar los procedimientos en el laboratorio. Esto explica la evolución de la participación de empresas en los proyectos genoma europeos, que ha pasado desde una participación casi testimonial en sus inicios (Yeast Genome Sequencing Project) hasta una participación mayoritaria en la secuenciación del genoma de *Arabidopsis*.

En esta línea, la Comisión Europea ha financiado la secuenciación de genomas con una política de reducción progresiva de la financiación asignada a cada par de bases secuenciado. De este modo, la financiación por par de bases de secuencia final ha evolucionado de la siguiente manera: 1991-92, 5 ECU / pb; 1993-94, 2 ECU / pb; 1995, 1,6 ECU / pb; 1996, 1 ECU / pb; 1997-98, 0,9 ECU / pb; 1999-2000, 0,45 ECU / pb. El nivel de financiación por pb al que se ha llegado en 1999-2000 está en el lími-

te técnico de la secuenciación de genomas en Europa, por debajo del cual no se puede abordar esta tarea. A esto hay que añadir que, en numerosos foros, existe un baile de cifras entre los grandes laboratorios americanos y los modestos consorcios europeos. Así, en algunas ponencias podemos encontrarnos alusiones a costes muy reducidos, que sólo tienen en cuenta el material fungible empleado y el sueldo del personal técnico que maneja los equipos, sin considerar las multimillonarias inversiones efectuadas en infraestructuras y otros muchos gastos directos e indirectos de la secuenciación, la anotación y el análisis de las secuencias.

Otra de las claves que ha impulsado el desarrollo de la investigación genómica en Europa ha sido una estricta política de transparencia. Así, la Comisión Europea siempre ha hecho públicos cuales han sido los organismos cuyos genomas han sido considerados como *genomas financiados*, a través de su Work Programme. De este modo, cualquier investigador ha podido consultar este documento de trabajo y conocer con antelación cuales eran los genomas que iban a ser priorizados por parte de la Comisión. Esta política ha evitado la dispersión de esfuerzos que, de otra ma-

nera, se habrían concentrado en preparar propuestas que podrían haber fracasado, no ya por la capacidad de los laboratorios implicados sino porque el organismo se hubiera considerado, *a posteriori*, sin el suficiente interés como para dedicar recursos económicos para secuenciar su genoma. Esa publicidad de objetivos en Europa ha permitido que cualquier equipo de investigación contacte con los coordinadores de las propuestas y acrediten su capacidad científica y tecnológica.

Lamentablemente, la situación en nuestro país es muy diferente: el Plan Nacional de I+D+I, cuya redacción coordinó la CICYT, contempla una Acción Estratégica en Genómica y Proteómica que incluye la secuenciación de genomas.

Sin embargo, este documento no define cuales serán esos genomas, lo cual está generando situaciones de confusión, nada beneficiosas para el desarrollo de la genómica en España. El autor de este artículo señaló esta flaqueza en la definición de objetivos a un representante del Programa Nacional de Biotecnología, quien le manifestó que en España no va a haber ninguna definición previa de los genomas financiados.

Ante la proximidad de la convocatoria de una Acción Estratégica sobre Genómica y Proteómica, es el momento de reclamar que si nuestro país va a financiar la secuenciación de algún genoma o transcriptoma, debe definirse previamente cuales son los organismos seleccionados, de tal modo que cualquier laboratorio capaz de contribuir al proyecto tenga la opción de concurrir en igualdad de condiciones.

#### ¿Análisis post-genómico o era post-genómica?

Una vez que disponemos de la secuencia genómica completa de un organismo, el siguiente paso supone un reto científico de un calibre todavía superior: conocer cuales son las funciones que desempeña cada uno de los genes y cada una de las proteínas. El trabajo de análisis empieza efectuando una predicción de la estructura molecular de los genes mediante el uso combinado de una serie de herramientas bioinformáticas. El resultado de este trabajo, denominado anotación, se suele incluir en el momento de publicar la secuencia de un organismo. La anotación también incluye el resultado de buscar, para cada uno de los genes descritos, qué secuencias de las bases de datos presentan algún grado de similaridad frente a las

## Sistemas Genómicos: la historia de un spin-off

Sistemas Genómicos S.L. es una empresa de base tecnológica que se originó a partir de la idea de un grupo de investigadores de la Universidad de Valencia que colaboraron con Boehringer Mannheim en el desarrollo de técnicas de secuenciación a gran escala. La empresa se constituyó en 1998 y, desde entonces, está ubicada en el Parque Tecnológico de Valencia. Su accionariado está formado por profesores e investigadores vinculados a esa universidad, así como por inversores privados independientes. El objeto social de la compañía es la investigación y el desarrollo de aplicaciones analíticas de las técnicas de DNA, principalmente la secuenciación. La empresa tiene 9 trabajadores en su plantilla, con una edad media de 30 años, constituida por 2 doctores en Biología, 2 licenciados en Farmacia, 4 licenciados en Biología, y un Ingeniero Industrial.

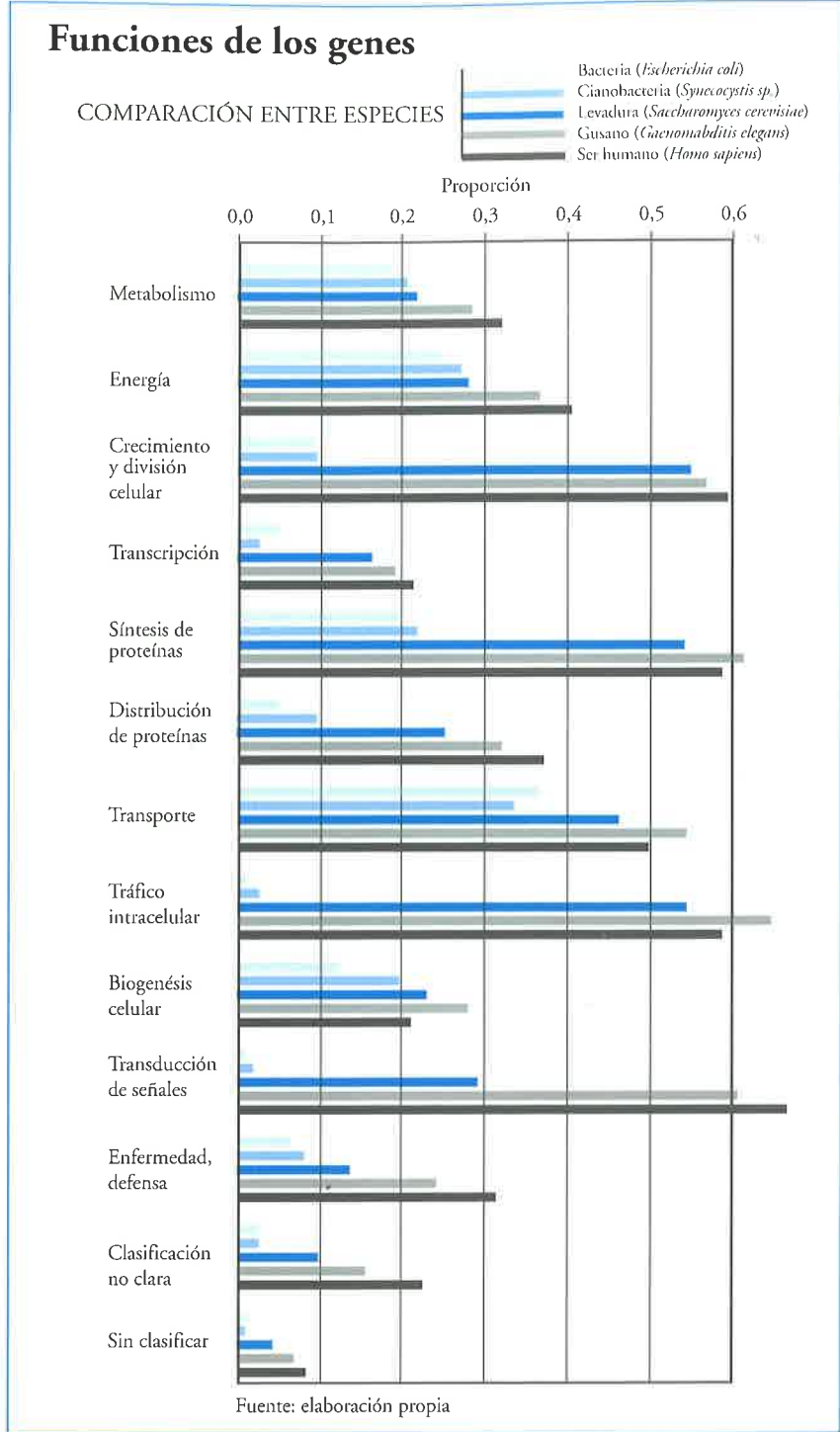
Desde su constitución, esta empresa está proporcionando en todo el territorio español un servicio de secuenciación de ADN, prestando este servicio a Hospitales, centros de investigación y universidades. Hasta la fecha, este laboratorio ha obtenido 6 Mb de secuencias de DNA correspondientes a un variado número de organismos. La política de la empresa es dedicar todos sus ingresos a actividades de I+D+I, principalmente en dos áreas: Diagnóstico Molecular, orientada al análisis de enfermedades humanas y animales; y Agrogenómica, orientada al desarrollo de análisis de alimentos basados en técnicas de DNA. Para estos desarrollos, la empresa tiene un carácter abierto, y colabora con un gran número de entidades e instituciones a nivel nacional e internacional.

La empresa Sistemas Genómicos ([www.sistemasgenomicos.com](http://www.sistemasgenomicos.com)) es el primer laboratorio de España que ha desarrollado un servicio de análisis de material transgénico en alimentos, que proporciona a todos los sectores de la industria agroalimentaria, adelantándose a otros laboratorios radicados en centros públicos que, un año después, lanzaron servicios similares. Esto no resultó ser ninguna sorpresa, ya que las empresas tecnológicas están acostumbradas a tener como competencia a algunos centros públicos. Todavía queda mucho por debatir sobre transferencia de tecnología y spin-offs...

que ahora estamos describiendo. Para esta tarea existen programas especializados de uso público y con ella se considera finalizada la fase descriptiva de un proyecto genoma (Genómica Estructural), abriendo el camino para la aplicación de todo un abanico de técnicas que dan cuerpo a una especialidad emergente que se ha denominado Genómica Funcional. También se le denomina investigación post-genómica, o simplemente post-genómica.

En este sentido, cabe anotar que el término post-genómica ha inducido cierta confusión y ha hecho pensar que se refiere a la supuesta existencia de una nueva era, posterior a la era genómica que, según esa interpretación, habría finalizado ya. Nada más lejos de la realidad: la era de la Genómica está todavía en sus inicios y tiene como componente inseparable la secuenciación de los genomas de los organismos modelo y de las especies de interés económico, así como las diversas variantes y estirpes de cada una de estas especies, como ya está siendo el caso para algunos organismos (por ejemplo *E. coli*).

Del total de genes predichos durante la anotación, es necesario conocer cuales son funcionales en algún momento (o condición) de la vida del organismo. Ya que es difícil contestar a esta cuestión, una primera aproximación es diferenciar entre aquellos genes que aparecen en alguna de las bases de datos de ESTs y aquellos otros genes que no presentan ningún EST conocido. Sin embargo, este análisis viene condicionado por la disponibilidad de ESTs para el organismo en cuestión, así como por la abundancia de cada transcrito en las genotecas de cDNA. Por ejemplo, en el genoma de *Arabidopsis*, de los 25.498 genes predichos, solamente el 60% presentan un EST relacionado, mientras que del resto de genes no se tiene evidencia sobre su actividad transcripcional. De momento, la aproximación más directa para conocer la función de cualquiera de los genes sigue siendo el análisis individualizado mediante las técnicas genéticas y moleculares 'pre-genómicas'. Además, hay que tener en cuenta que el hecho de que un gen predicho presente un cognato en forma de cDNA o EST, sólo nos indica que dicho gen se transcribe en algún momento (o tipo celu-



lar) de la vida del organismo pero no nos da pistas sobre su auténtica función biológica. Los estudios funcionales gen a gen y proteína a proteína tienen una larga vida por delante...

**Manuel Pérez-Alonso**  
Departamento de Genética,  
Universidad de Valencia.  
Director Científico de Sistemas  
Genómicos.

**REFERENCIAS GENÓMICAS**  
Jacq et al (1997). The nucleotide sequence of *Saccharomyces cerevisiae* chromosome IV. *Nature* 387 (Suppl): 75-78.  
Mayer et al (1999). Sequence and analysis of chromosome 4 of the plant *Arabidopsis thaliana*. *Nature* 402: 769-777.  
Salanoubat et al (2000). Sequence and analysis of chromosome 3 of the plant *Arabidopsis thaliana*. *Nature* 408: 820-822.

# La organización social de la ciencia

*A partir de una encuesta sobre el impacto social de la ciencia y los científicos elaborada en Francia, el autor desmenuza las características principales del sistema español de ciencia y tecnología para exponer la, a su juicio, necesaria reorganización de la comunidad científica española con el fin de ganar peso y credibilidad ante la sociedad.*

Según un sondeo realizado por la compañía Sofres en Noviembre de 2000 por encargo del Ministerio de Investigación de Francia, los ciudadanos del vecino país conceden una gran importancia a la investigación científica y son conscientes de su contribución a la consolidación de la estructura social y económica. De acuerdo con los resultados, y en relación al control del proceso científico y las garantías por el respeto de las cuestiones éticas inherentes en muchos casos al mismo, un 53% de los encuestados dan su confianza, en primer lugar, a los propios científicos, encontrándose a una mayor distancia los intelectuales y filósofos (19%), asociaciones y sindicatos (9%) y las autoridades religiosas (5%). Los responsables políticos ocupan una de las últimas posiciones con un 4%.

La descalificación de los responsables y partidos políticos frente a los grandes retos científicos tiene un mayor calado del que ellos mismos imaginan. El sondeo esboza una dirección para reducir esta fractura, mostrando que los ciudadanos desearían ser consultados sobre las investigaciones genéticas (38%) y los organismos modificados genéticamente (37%), así como sobre las opciones energéticas (29%). La propia investigación es objeto de plebiscito. Un 90% de los encuestados considera que debe constituir una prioridad nacional. Dos de cada tres franceses desean que el presupuesto dedicado a investigación y desarrollo se incremente sustancialmente los próximos años.

Por áreas, la salud constituye la primera preocupación de los encuestados (un

84% señalan como prioritaria la investigación médica), mientras que, por el contrario, las tres áreas que constituyen los ejes de actuación prioritaria en la política científica y tecnológica de los gobiernos de la UE merecen poca atención: las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (5%), los nuevos materiales (3%) y la investigación espacial (2%). La confianza de los franceses en el progreso científico, o al menos en los beneficios que pueden esperar de él, queda lejos de ser absoluta. Mientras que un 67% opina que ahora se vive mejor que hace veinte años, sólo un 42% estima que con los futuros descubrimientos se vivirá mejor en los próximos veinte. Un 70% cree que el conocimiento científico contribuirá al progreso pese a las dudas respecto a la resolución de los grandes retos del siglo XXI.

La encuesta concluye con un mensaje optimista. La profesión de investigador goza de una imagen muy positiva en Francia. Se considera atractiva para los jóvenes como salida profesional (84%), es valorada positivamente a nivel social (84%), abierta a la sociedad (59%), y potenciadora del trabajo en equipo (82%).

La encuesta pone de manifiesto el valor que la ciudadanía atribuye a la ciencia y la tecnología en relación a su calidad de vida y el deseo de que sus opiniones sean tenidas en cuenta por los poderes públicos (y por los propios científicos). Del mismo modo, delimita prioridades que deberían ser contrastadas con las de las comunidades científicas y las de los gobiernos y organismos privados que apuestan por la investigación. Asimismo, perfila una imagen del científico

como fuente de credibilidad y seguridad sobre temas que afectan directamente a los ciudadanos. Finalmente, refleja el valor de la actividad en los medios de comunicación de la potente comunidad científico-tecnológica francesa, consciente del valor de la opinión pública para orientar las actuaciones del Gobierno en política científica.

## El contexto de la ciencia y la tecnología en España

En nuestro país, una encuesta de similares características sería bienvenida, no sólo para conocer la realidad de las percepciones que tienen los ciudadanos españoles de sus científicos y tecnólogos, sino también para que nuestro flamante Ministerio de Ciencia y Tecnología tuviera una carta de identidad ante nuestros ciudadanos (en las encuestas periódicas de opinión que aparecen en la prensa española, el grado de conocimiento de Dña Anna Birulés por parte de los encuestados roza cifras próximas a la ignorancia) y trasladara los ejes de intervención sobre política científica a un debate nacional sobre los problemas centrales que rodean la investigación.

Diversas limitaciones, sin embargo, explican la situación en España. En primer lugar, la ausencia de una tradición cultural científica y la escasa presencia tanto cualitativa como cuantitativa de nuestra Ciencia. Los nombres de Santiago Ramón y Cajal y de Severo Ochoa son las figuras paradigmáticas por estar asociados al premio Nobel pero en épocas relativamente pretéritas. El número de investigadores (excluidos técnicos y auxiliares) es de unos 60.000 frente a los 75.000 de Italia, 155.000 de Alema-

nia, 158.000 del Reino Unido y 240.000 de Alemania. El personal dedicado a I+D es, por cada 1000 activos, de 6 en España, 9.5 en Reino Unido, 11.5 en Alemania, 12 en Francia y 15.5 en Suecia (OCDE, Main Science and Technology Indicators 1998).

Un segundo aspecto es que sólo se puede hablar con propiedad de un sistema de I+D en España desde 1986, momento en el que se aprueba en el Parlamento la Ley de la Ciencia. La ley articula la política científica y tecnológica en base a actuaciones y objetivos (reglas de juego para todos los elementos del sistema de Ciencia, Tecnología y Sociedad) claramente definidos, con un marco presupuestario que persigue el incremento del capítulo de I+D en el PIB para situarlo en cifras acordes con nuestro entorno económico y político, y con un ciclo expansivo económico que permitiera afrontar el reto de la consolidación de una estructura científica que había funcionado hasta la fecha por movimientos de impulsos y desaceleraciones. Los planes cuatrienales de ámbito nacional, junto con la búsqueda de una mayor coordinación de las diferentes administraciones con competencias en los ámbitos de Ciencia y Tecnología, constituyeron referentes básicos para el desarrollo de la citada ley.

El escaso papel de la iniciativa privada frente a la casi hegemónica contribución del Estado es otra de las características de nuestro sistema, lo que ha sobredimensionado el papel de las Universidades y los Centros Públicos de Investigación a la vez que las insuficiencias y defectos estructurales de estos últimos han repercutido de manera importante en todo el sistema. El modelo funcional predominante en las administraciones públicas, la rigidez en los procesos e instrumentos presupuestarios, la valoración claramente insuficiente de la actividad investigadora en la asignación de recursos a los Departamentos universitarios y el reconocimiento de las contribuciones individuales de los científicos (la idea de las retribuciones, denominadas vulgarmente gallifantes, y basada en el reconocimiento del trabajo y aportaciones científicas realizadas en periodos de seis años no se vio reflejada en el tratamiento económico del mismo) se han traducido de manera notable en que en muchos centros públicos, las cuestiones relativas a temas de investigación (recursos humanos, infraestructuras, proyectos, etc) sean un adorno necesario para la institución pero no constituyan un instrumento básico en sus líneas estratégicas de actuación.

Coadyuvando lo anterior, el sistema de Ciencia y Tecnología ha llegado a una saturación en sus ofertas para atender las necesidades de recursos humanos, de modo que el sector público se muestra incapaz de absorber la inversión realizada en los últimos 15 años. Ello se ha traducido en la imposibilidad de dimensionar las reincorporaciones de doctores que han realizado estancias en el extranjero y la consiguiente "fuga de cerebros", junto con una creciente precarización en los puestos no



# Inauguración del Parc Científic de Barcelona

Un nuevo espacio donde confluyen grupos de investigación de excelencia, unidades de I+D de empresas y grandes instalaciones científicotécnicas con el objetivo de potenciar la innovación.

2 de marzo

## Jornada de Puertas Abiertas

Auditorio del Parc Científic de Barcelona  
Baldri Reixac, 4-6  
08028 Barcelona

9 de marzo

## Simposio Científico Inaugural

Palau de Congressos de Catalunya  
Avda. Diagonal 661-667  
08028 Barcelona



9.30h

Opening Session

Secretario de Estado de Política Científica y Tecnología. **Excm. Sr. RAMON MARIMON**  
Conseller d'universitats, Recerca i Societat de la Informació. **Hble. Sr. ANDREU MAS-COLELL**  
Rector de la Universitat de Barcelona. **Excm. i Magfc. Sr. ANTONI CAPARRÓS**

10.00h

▶ **FOTIS KAFATOS, European Molecular Biology Laboratory, Heidelberg**  
Liasons Dangereuses: The malaria parasite and the mosquito vector.

10.45h

▶ **KURT WÜTHRICH, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich**  
NMR, mad cow disease and structural genomics.

11.30h

Coffee break

12.00h

▶ **MARIANN BIENZ, Medical Research Council, Cambridge**  
What flies can tell us about cancer.

13.00h

Lunch

14.30h

▶ **JOAN MASSAGUÉ, Memorial Sloan-Kettering Cancer Center and HHMI, New York**  
Applying genomics and proteomics to signal transduction.

15.15h

▶ **PHILIP COHEN, Department of Biochemistry, University of Dundee**  
How to cure diabetes without causing trouble.

16.00h

Coffee break

16.30h

▶ **MARIANO BARBACID, Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas Carlos III, Madrid**  
Cell Cycle and Cancer.

17.15h

▶ **HAROLD VARMUS, Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, New York**  
Mouse models of human cancer.

18.00h

Closing Session

**JOAN J. GUINOVART** Parc Científic de Barcelona.

Assessor Científic del Parc Científic de Barcelona. **JOAN MASSAGUÉ**

Entrada Libre

Tel. 93 402 90 60 - Fax 93 402 90 60  
www.pcb.ub.es/inauguracion

**Parc Científic**  
de Barcelona

funcionariales (acciones como las emprendidas desde el MCyT con las becas FPI en la reciente convocatoria de enero de 2001 abren un rayo de esperanza en la equiparación de las retribuciones del primer estadio de investigadores a las condiciones de un mercado de trabajo lo suficientemente atractivo para retirar del circuito científico a los profesionales más capacitados).

Un último apartado lo constituye la propia estructura de lo que algunos autores llaman la República de la Ciencia. El Sistema de Ciencia Abierta descansa sobre dos columnas. La primera es la libertad de acceso a toda persona competente a la que se valora por unos resultados sometidos a unas reglas casi inmutables: evaluación por pares en las revistas científicas, en unos casos, y por la novedad de los procesos y productos en el caso de la investigación mal llamada aplicada, en otros. La segunda es el carácter público de los anteriores resultados, la diseminación de los mismos no sólo en el interior del circuito científico sino también a toda la sociedad. Ahora bien, estos ejes son consecuencia de un condicionamiento histórico. De hecho, en el feudalismo los sabios servían como adorno y señal de magnificencia y poder del señor feudal. Estos seres "entretendidos" constituían la señal perfecta pues sus cualidades eran fácilmente reconocidas por el vulgo. Sin embargo, a partir del siglo XVII los científicos empezaron a utilizar el lenguaje matemático y no sirven de señal ni de adorno pues el vulgo no les entiende. Como los señores (convertidos en monarcas) siguen necesitando mostrar su poder a efectos disuasorios, propician la organización de una comunidad de sabios que es la única legitimada para juzgar la competencia de cualquier presunto científico y la relevancia de los resultados obtenidos. Como no se puede evitar que sirvan a dos señores, se les paga poco, lo justo para que puedan seguir pensando y experimentando. Pero a la vez, esa comunidad científica se organiza no sólo para dirimir sus cuestiones científicas internas (la declaración de la verdad científica tras los filtros oportunos establecidos por ella misma) sino para tener una presencia social y convertirse en interlocutor con el Poder en un principio no sólo en relación con su peso en la sociedad (su capacidad de acreditación) sino también para que su voz sea oída a la hora de la toma de decisiones.

#### Los modos organizativos de los científicos

Las debilidades antes apuntadas en el sistema de Ciencia y Tecnología se han reflejado en que las sociedades científicas profesionales no solo están muy atomizadas por campos de especialidad sino que no son aglutinantes reales de las necesidades de los científicos y tecnólogos y, consecuencia de todo ello, su potencial papel como instrumento de canalización y relación con los ejecutores y gestores de la política científica es completamente inoperante. En un artículo aparecido en el Suplemento de Futuro del diario EL PAÍS, Emilio Méndez, reconocido investigador español que ejerce como Catedrático de Física de la Universidad del Estado de Nueva York en Stony Brook, lanzaba una reflexión sobre el papel de la unidad de los científicos que no debería caer en saco roto.

Basándose en el importante esfuerzo del Gobierno de Estados Unidos para el apoyo a la ciencia y la tecnología en los presupuestos de 1999, señalaba que "independientemente de encontrarse en un periodo de expansión económica, la nueva actitud se deriva de la intensa presión de la comunidad científica durante los últimos años. A las reuniones de veintitrés sociedades americanas de ciencia e ingeniería con los medios de comunicación para manifestar las dificultades que podría afrontar el sistema de Ciencia y Tecnología estadounidense caso de no recibir un impulso presupuestario importante, siguieron peticiones similares de los rectores de las universidades más prestigiosas y de los directivos de importantes compañías. Desde entonces, cada vez que se han discutido los presupuestos generales en el Congreso, los científicos lo han inundado con cartas explicando el valor de la ciencia y su papel en el desarrollo". Fruto de ello ha sido una partida presupuestaria del orden de medio billón de pesetas (prácticamente el total del capítulo de I+D en los presupuestos del Estado en España para el ejercicio económico de 2000) a tres áreas prioritarias, ciencias biomédicas, tecnologías de la información y nanotecnología, a la par que se reconoce el valor de la investigación no orientada, asignando unos 170.000 millones a la National Science Foundation para su financiación. Las Academias Nacionales de Ciencia e Ingeniería, la Sociedad Americana de Física, la Sociedad Americana de Matemá-

ticas y otras organizaciones científicas de la misma índole gozan en EEUU de gran prestigio y no es extraño que cuando dichas sociedades hablen con una sola voz hasta el Presidente de los Estados Unidos las escuche. Por el contrario, en Europa las asociaciones científicas están atomizadas por países y, salvo alguna excepción, son muy débiles incluso a nivel nacional. El nuevo Espacio Europeo de Investigación, una apuesta estratégica lanzada por el Comisario Bousquin abre la puerta para que la dimensión supranacional adquiera nuevas fuerzas y estimule la creación de nuevos canales de comunicación entre los científicos europeos de cara a aportar nuevos elementos en la definición de una política europea de ciencia y tecnología. Instituciones como la European Science Foundation pueden jugar ese papel aglutinador para servir de cauce a los intereses de los grupos de científicos que desean apostar por esa ciencia europea al servicio del ciudadano y competitiva con sus referentes naturales (Japón y Estados Unidos).

#### A modo de sugerencia

Ante ese panorama internacional que muestra el valor añadido a la propia creación científica de la organización y unidad de los científicos y tecnólogos a la hora de influir en las decisiones que tienen que ver con su propio trabajo y su compromiso con la sociedad, los investigadores de nuestro país tenemos una gran responsabilidad de cara al futuro. Los niveles alcanzados en cuanto a resultados y proyección de la Ciencia española, en muchos casos correlativos con nuestro peso económico a nivel internacional, deben ser mejorados sobre la base de que los avances deben implicar una nueva forma de actuación colectiva. Al margen de los diferentes manifiestos que surgen al calor de las actividades estivales de algunas universidades, manifiestos que el duro invierno se encarga de difuminar, debemos tener clara que nuestra fuerza es la unidad y la actuación ante los poderes públicos y los centros económicos privados, mostrando que no debemos poner en peligro los resultados derivados del esfuerzo colectivo realizado hasta la fecha.

Como buen ejemplo de ello, baste resaltar la actitud del Ministerio de Ciencia y Tecnología a través de la Secretaría de Estado de Política Científica ante la petición de la Comisión Sectorial de

Investigación de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas, formada por los Vicerrectores de Investigación, para colaborar conjuntamente en el diseño y puesta en práctica de algunas actuaciones concretas contempladas en el IV Plan Nacional (programas de formación predoctoral e incorporación de doctores, convocatorias de proyectos, entre otras) pero que deberían tener su continuidad en el futuro a la hora de ir definiendo actuaciones de cara a la posición española ante el VI Programa Marco de la Unión Europea y a los mecanismos de participación clara y transparente en la elaboración del futuro V Plan Nacional de I+D.

Algunas líneas de actuación serían, a modo de conclusión, las siguientes:

- 1.- Definir desde de la Universidad y los Centros Públicos de Investigación las líneas estratégicas para la consolidación de grupos de excelencia, tanto desde el punto de vista presupuestario como de recursos humanos. Del mismo modo, incrementar las actividades de transferencia tecnológica promoviendo los parques científicos y tecnológicos en un marco de especialización acorde con perfiles de fortaleza y futuras líneas de actuación.
- 2.- Búsqueda de foros de encuentro de las diferentes organizaciones científicas (sociedades específicas, Academia de Ciencias, Academia de Ingeniería, etc) con el fin de analizar el sistema de ciencia y tecnología en nuestro país, junto con líneas de intervención ante las autoridades ministeriales aportando dichos análisis a organizaciones políticas y sociales.
- 3.- Potenciar la difusión de la ciencia y la tecnología en los medios de comunicación, así como la divulgación, en todas las etapas del proceso educativo, de los valores y la actitud científicos para fomentar una nueva cultura científica en la sociedad. Contribuciones como "La Ciencia en tus manos", volumen colectivo dirigido por Pedro García Barreno y editado por Espasa Calpe, son caminos a seguir junto con el impulso a revistas (¿para cuando una réplica española de Science o Nature?).
- 4.- Crear conciencia de comunidad y superar la atomización derivada de situaciones profesionales, dependencias, áreas de conocimiento o interés científico, en la perspectiva de que nuestra voz sea oída y nuestras propuestas avaladas por los diferentes interlocutores. En consecuencia, ser conscientes del valor de referencia y rigor de nuestro trabajo.
- 5.- En última instancia, promover el protagonismo de los científicos y de su papel real en la sociedad, no solamente en la dimensión nacional sino en la perspectiva de un ámbito de investigación europeo que está en proceso de consolidación. ■

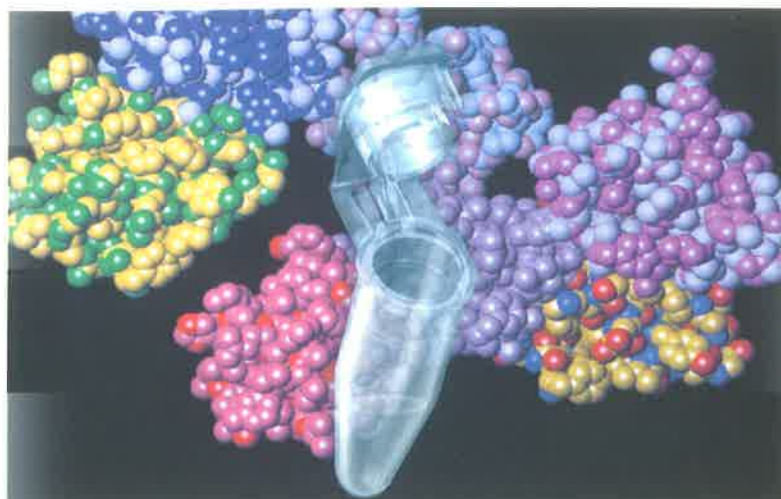
**Francisco Marcellán**

Vicerrector de Investigación de la Universidad Carlos III de Madrid.

Miembro de la Junta de Gobierno de la Real Sociedad Matemática Española y del Comité de Base de Datos de la European Mathematical Society.

# MERCK

## eurolab



## MERCK



 CALBIOCHEM®

 **oncogene**  
RESEARCH PRODUCTS

 Novagen

**novabiochem**

**eppendorf**

**Grant**  
**BOECKEL**

Para más información diríjase a nuestras delegaciones de **MERCK eurolab, s.a.**

e-mail: [biotec@merckeurolab.es](mailto:biotec@merckeurolab.es)

o a los teléfonos:

93 565 55 60 y 93 485 06 59 en Barcelona

91 319 69 22 en Madrid.

*Ramón Marimón, Secretario de Estado de Política Científica y Tecnológica*

## “Necesitamos consolidar el sistema de ciencia y tecnología en España”

**P**ara Ramón Marimón, Secretario de Estado de Política Científica y Tecnológica en el recién instituido Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCyT), es una obviedad que España ha avanzado substancialmente en las últimas dos décadas. Pero también lo es que queda un largo camino por recorrer si la intención es dar un salto cualitativo que sitúe la ciencia española de forma regular en la élite internacional. Para ello, afirma, es imprescindible en primer lugar sentar las bases que favorezcan el cambio perseguido, algo que, a su juicio, va a venir de la mano de la reorganización ministerial. Sumar ciencia y tecnología, dice, es el primer paso para consolidar las aspiraciones de futuro.

*- Los inicios del MCyT suscitaron críticas y temores por el desgajamiento de la Universidad, donde se genera gran parte de la investigación española. ¿Pertenecen ya al pasado?*

Siempre que se mueve algo hay nerviosismo, incertidumbres. No obstante, las universidades son las primeras que comparten con nosotros que este ministerio ha significado un gran paso adelante. La universidad del siglo XXI no puede centrarse sólo en la investigación y la transferencia tecnológica, área en la que mientras se esté aislado de la estructura industrial, difícilmente va a prosperar. Integrar tecnología e investigación supone un gran paso para poner ambos mundos en contacto. Por otra parte, que las universidades mantengan una relación directa con el MCyT para hablar sólo de investigación permite definir prioridades sin que queden diluidas en otros temas, igualmente importantes, como la formación o la titulación. Ello no quita que haya coordinación con el Ministerio de



CLAUDIO ÁLVAREZ

Educación, porque evidentemente las políticas de investigación y de formación no están separadas.

*- Si hablamos de prioridades, ¿sobre cuáles está trabajando el MCyT?*

Es obvio que en los últimos años se ha avanzado muchísimo. Pero también lo es que todavía no estamos donde deberíamos. No lo estamos en relación con los países grandes de Europa, pero sobre todo en relación al cambio tecnológico que se está viviendo y a la producción científica que debiera llevar aparejado. Y no lo estamos sólo en cifras. Tampoco en lo que refiere al siste-

ma de ciencia y tecnología. Preocupante es, por ejemplo, la poca participación del sector privado o la deficiente utilización que hoy tenemos de nuestros recursos humanos.

*- Los recursos humanos son precisamente uno de los problemas endémicos en España. ¿Cómo se va a resolver?*

El tema ya está planteado. La primera medida ha sido incrementar las plazas de investigadores en el CSIC y en otros organismos públicos de investigación (OPI). Para este año pretendemos crecer un 46% con respecto al anterior. Del mismo modo, se está diseñando

una nueva convocatoria de contratos con perspectivas de estabilidad y continuidad en coordinación con las universidades, el propio CSIC y OPI's. El objetivo no es crear un nuevo cuerpo de funcionarios, sino una nueva modalidad de contratos actualmente en fase de estudio para resolver como se formulan jurídicamente. En la misma línea, ha habido una convocatoria de becas con un aumento sustancial en sus cuantías y, finalmente, vamos a lanzar una iniciativa de gran envergadura para

la creación de plazas de investigador en el sector privado.

- Dificil tarea, si me permite, teniendo en cuenta la escasa capacidad innovadora y de investigación del tejido industrial de este país

Tampoco hay que menospreciarla. En España hay empresas realmente innovadoras. Además, el nuestro es el país europeo con el marco fiscal más favorable en el área de I+D, aspecto del que el sector industrial debiera tomar con-

ciencia, al igual que con respecto a las opciones de mecenazgo, todavía poco conocidas y que van a permitir deducciones de hasta el 30% en el IRPF. Es cierto que algunas empresas, por dimensión, no están adaptadas a estos retos, pero sumando esfuerzos en forma de consorcios o incorporándose a centros tecnológicos, pueden optar a ello.

- Como primer paso sería interesante favorecer la creación de empresas de base tecnológica.

## En busca de la racionalización del sistema

Cuando Ramón Marimón (Barcelona, 1953) regresó a España para ocupar la Secretaría de Estado de Política Científica y Tecnológica, su nombre no era especialmente conocido entre la comunidad científica española. Economista de formación, y con amplia experiencia como investigador en política económica, muchas de sus primeras decisiones causaron sorpresa, cuando no estupor, entre los miembros de una comunidad que llevaba largo tiempo reclamando soluciones a problemas que amenazaban con convertirse endémicos en el sistema nacional de ciencia y tecnología. Pasado prácticamente un año desde la institución del MCyT, algo parece estar cambiando.

El nombre de Marimón ya no es desconocido entre los científicos españoles. Bajo su batuta, el nuevo ministerio ha emprendido una profunda reconversión, no exenta de polémica, con varios ejes que marcan sus principales líneas de acción. De una parte, se está abordando por vez primera en mucho tiempo la escasa disponibilidad de plazas de investigador en el sistema público con el anuncio, reclamado hace años, de nuevos contratos basados en períodos de tiempo razonables y en los resultados de investigación. Anuncio que, sin embargo, topa con dificultades legales para su implementación: la figura del contratado por el sistema público para cinco o más años contraviene lo dispuesto en la Ley de la Ciencia y el Estatuto del Trabajador. Desde el MCyT se ha anunciado la búsqueda de una fórmula "razonable" que permita superar el escollo.

Del mismo modo, Marimón ha emprendido lo que, en palabras propias, supone una "racionalización" del sistema. Contrario a la dispersión de recursos y al mantenimiento de lo que considera "duplicidades innecesarias", ha iniciado el diseño de un mapa que pretende ser consensuado con las comunidades autónomas en el que se potencien fortalezas de acuerdo con una cierta distribución geográfica. De este mapa debieran surgir, de acuerdo con los planes del ministerio, focos de excelencia. Como, por ejemplo, el que se dibuja en el área de Barcelona en Biomedicina o el que se plantea en Madrid alrededor de la Biotecnología. Ello explicaría la distribución de recursos entre ambos focos o la previsión de otros que ya se van perfilando.

El tercer gran eje de actuación viene marcado por el interés de incorporar el sector privado al sistema nacional de I+D+I. Para Marimón, existen razones objetivas, como el marco fiscal o las opciones que da la Ley de mecenazgo, que apoyan una iniciativa que se pretende reforzar facilitando la incorporación de investigadores a las empresas, la creación de nuevas compañías de base tecnológica o posibilitando vías de asociación con parques científicos o mediante consorcios.

Las ideas expresadas por Marimón y su equipo son cualificadas, en términos generales, como apropiadas y necesarias para el sistema español. Topa, sin embargo, con recelos de un amplio sector de la comunidad científica por la forma que se toman las decisiones y por los mecanismos empleados para su puesta en marcha. Marimón se defiende argumentando que de la reorganización del ministerio y de las necesidades del sistema de ciencia y tecnología surgen oportunidades, algunas de ellas presupuestarias, que hay que saber aprovechar. La reunión de ciencia y tecnología, aunque sea en detrimento de universidades, razona, permite actuaciones antes impensables. Y probablemente, añade, una disponibilidad de recursos y fórmulas financieras antes inexistente.

En cualquier caso, si algo lamenta no es la crítica en sí sino la desconfianza que ésta puede llegar a generar. "Los números son los números", dice. "Y lo que se puede hacer es lo que se puede hacer". Ello no obvia que no puedan generarse expectativas positivas de cambio que ilusionen al colectivo científico. "Los proyectos y las ideas, al fin y al cabo, se hacen con personas, y si éstas no tienen confianza, al final no cuajan".

Es también una prioridad. Durante este pasado año ya se han tomado iniciativas, por ejemplo, tendentes a favorecer la entrada de capital riesgo como fórmula de capital semilla. Además, vamos a desarrollar iniciativas para favorecer el desarrollo de empresas con base tecnológica, idea que ya se ha trasladado a los Parques científicos. Por ejemplo, con propuestas específicas a través de intermediarios financieros o, indirectamente, a través del Centro de Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI).

- ¿Quiere ello decir que el CDTI va a asumir nuevas responsabilidades?

El CDTI va a tener un papel activo en este campo, del mismo modo que lo van tener otros organismos públicos de fomento a la innovación antiguamente vinculados al Ministerio de Industria.

- Para poner en marcha estas iniciativas va a ser preciso dinero, mucho más, probablemente, del que hasta ahora se ha venido dedicando. ¿De dónde va a salir?

En primer lugar, ha habido ya un incremento importante en el presupuesto de

2001, del 11,3%, que no es despreciable dado el marco de estabilidad presupuestaria en el que nos encontramos. Pero sobre todo tiene que salir de una mayor participación del sector privado. Otros elementos son una buena utilización de los fondos estructurales, tanto en lo referente al Fondo Social Europeo como a los fondos FEDER, o una participación con buenos retornos en programas internacionales. Este es el conjunto de fórmulas e instrumentos. Si los utilizamos de forma inteligente podremos intentar un gran cambio.

## “España debe generar grupos de excelencia como carta de presentación internacional”

- La convocatoria del MCyT destinada a conceder créditos blandos a parques científicos causó sorpresa y cierta confusión. ¿A qué lo atribuye?

Es importante que las cosas se entiendan porque, al fin y al cabo, lo que interesa es que se implementen o se ejecuten. No basta con tener buenas ideas o intenciones. No tengo ningún interés en pasar a la historia como un Secretario de Estado que sólo tuvo ideas. Mi intención es que se trabaje para intentar un cambio muy importante en el sistema de ciencia y tecnología.

- Perdón, pero no responde a la pregunta. ¿Qué hay que decirle a la comunidad científica?

Hay un tema que es básico. Primero: qué es lo que nos encontramos y qué es lo que quisiéramos ver de forma que sea factible en nuestro país. He hablado de una organización más eficiente de los recursos y de una implicación mucho más activa del sector privado. Veamos: en el espacio europeo de investigación se está planteando de forma abierta la existencia de grupos y centros de excelencia y una mejora de la movilidad. En España nos encontramos con un país en el que hay buenos científicos pero que a nivel internacional se les reconoce por sus nombres y no por el de los centros donde desarrollan su labor, como ocurre en Estados Unidos o en el Reino Unido. Debemos hacer un esfuerzo para pasar a una situación de grupos consolidados y de excelencia en distintas áreas y que ésta sea nuestra carta de presentación internacional.

- ¿Considera que los nombres actuales no son válidos?

Tenemos nombres válidos y unos pocos centros importantes. Pero esto es como la lluvia. En muchos países llueve la misma cantidad, y el aprovechamiento no siempre es el mismo. Donde hay una buena vegetación, la lluvia se aprovecha mejor. En España nos falta esa buena vegetación. Es aquí donde entra la convocatoria de los Parques Científicos. Ha sido una oportunidad que ha sido factible por la misma existencia del ministerio. Difícilmente se habría podido concretar de otro modo.

- ¿Por qué?

Este ministerio permite ver un rango muy amplio de programas, ver cómo se están ejecutando y cual es su nivel de eficiencia. Puede ocurrir, como así ha sido este año, que tras una revisión se permita dar mayor eficiencia a ciertos recursos. Visto que había la posibilidad, había que decidir si este reto se afrontaba o bien se dejaba pasar. Y decidimos apostar aun sabiendo que parte de la oportunidad estaba dictada por el calendario. Ello determinó unas características de velocidad que en otras convocatorias ni se da ni se tiene que dar. Pienso que una inversión de este tipo y para este fin no se había hecho nunca. Pero, como pasa en todo sistema físico, aplicar una cierta perturbación permite detectar si tiene o no problemas y caracterizarlos. Ello nos ha ayudado en este sentido.

- ¿Qué entiende por perturbación?

Había universidades, centros y parques científicos que tenían proyectos bien definidos, así como agilidad suficiente para responder a una propuesta marcada por el calendario. Cualquier investigador sabe que, además de sus investigaciones, tiene que tener siempre en el cajón un buen proyecto. Si es así, es capaz de sacarlo con rapidez si se le presenta una oportunidad. La misma idea debe aplicarse a los grupos o instituciones. Nos encontramos con muchas solicitudes, algunas bien desarrolladas, otras no tanto. El resultado final es que ningún buen proyecto se ha quedado sin financiación.

- ¿Se repetirá esta convocatoria en el futuro?

Nuestra línea de actuación en materia de parques científicos y tecnológicos será parte de la política tecnológica y de integración del sistema de investigación básica, aplicada y de desarrollo tecnológico.

- Vistas las críticas suscitadas, ¿qué corregiría en una convocatoria futura?

Las oportunidades definen los tiempos. Por supuesto, con menor premura, se hubiera podido hacer mejor. En la asignación de los fondos FEDER, y pese al poco tiempo disponible, las solicitudes se han canalizado a través de la ANEP, mecanismo que hasta ahora no se había empleado. Nuestro objetivo, repito, es generar grupos fuertes, de excelencia, en distintas áreas. Y que las universidades, CSIC y OPI, además de las comunidades autónomas, planteen opciones estratégicas.

- ¿Es esto lo que se persigue efectivamente, dar un gran cambio?

Es lo que tenemos que hacer. Lo que se persigue no es simplemente abrir la ventana y ver qué pasa. Hay que valorar bien las propuestas y las acciones. Tenemos que dar un gran salto y saber utilizar de forma eficiente todos los recursos. Por ejemplo, en el área de biotecnología y biomedicina, tenemos que en el año 2000 estamos destinando unos 10.000 millones en subvenciones y otros 10.000 en forma de créditos. No son cifras despreciables y se comparan muy bien con los recursos que destinan otros países. Lo que pasa es que es preciso sembrar bien, que la inversión se traduzca en grupos fuertes, buenas infraestructuras científicas y un buen impulso para que las empresas del sector vean que este es un campo abonado.

- Semejante volumen de inversión debería requerir de un seguimiento exhaustivo.

En efecto. Para ello vamos a crear la Fundación de Ciencia y Tecnología con la misión de consolidar el trabajo de evaluación de proyectos pero, sobre todo, para empezar a tratar de forma sistemática su seguimiento. Un mecanismo que, en cualquier caso, no puede ni debe hacerse a espaldas de la comunidad científica y tecnológica.

- ¿Considera suficiente este paquete de medidas para efectuar un verdadero salto cualitativo?

Es importante pero no suficiente. Lo verdaderamente importante es plantear un cambio de concepto. En este sentido, una de las cosas fundamentales que nos falta es consolidar un sistema de ciencia y tecnología basado en grupos fuertes, con verdadera proyección internacional. Sería un error, sin embargo, identificar estos grupos sólo con Barcelona y Madrid. Ciertamente es que ahora tenemos un poco de todo y en todas partes, pero se trata de un planteamiento poco factible en el futuro. Nuestra intención, y así lo estamos debatiendo con distintas comunidades autónomas para desarrollar programas marco, es trazar un mapa en el que se prioricen áreas de investigación y desarrollo de acuerdo con los intereses, tradición y capacidad de cada una de ellas.



CLAUDIO ÁLVAREZ

- El problema, no obstante, no es sólo asignar áreas temáticas a comunidades. En Barcelona, por ejemplo, hay al menos cuatro grandes proyectos de parques científicos. Ello también implica redundancia y duplicidades.

El problema ha sido ya discutido con los científicos. Por lógica, cualquier nueva propuesta que surja debería ser complementaria e integrada. Es lo que decíamos antes de cómo emplear los recursos de forma eficiente. No tiene ningún sentido crear duplicidades innecesarias, sea cual sea el campo, incluido el de transferencia tecnológica. Uno de los principales problemas del sistema nacional de ciencia y tecnología es la dispersión y la atomización. Es por ello que sólo vamos a apoyar iniciativas competitivas.

- Iniciativas que deberían llevarnos a...

No debemos confundirnos. Ha habido grandes cambios en los últimos 20 años pero tenemos que ser conscientes de que nuestra aportación al mundo en ciencia y tecnología ha sido muy limitada. La idea es plantearnos el siglo XXI de forma distinta. Y esto lleva su tiempo. Lo que se haga en estos primeros 10 años son determinantes para el país. En muchas áreas, pero especialmente en ciencia.

- ¿Cree que España llegará a tener un peso específico propio?

Sí, evidentemente, pero España tiene que saber aprovechar sus oportunidades. Este es un país... Vamos a ver: no estamos inventando nada. De aquí han surgido investigadores, como yo mismo, que hemos logrado hacernos un hueco en las mejores universidades del mundo. Por tanto, somos gente muy competitiva. Si hemos conseguido hacerlo en Estados Unidos o en cualquier otro lugar, ¿por qué no aquí? Que hacen falta recursos y organizarlos de la mejor manera, es obvio. Pero pensar que podemos ser en cuatro días líderes mundiales en todos los campos, es ridículo. No obstante, está claro que podemos empezar a dar el salto.

**Las inversiones deben traducirse en grupos fuertes, infraestructuras científicas y un buen impulso a las empresas**

# Invitación al congreso de la SEBBM en Valencia

La Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular (SEBBM) celebrará, los próximos 18 al 21 de septiembre en Valencia, su XXIV Congreso. Gracias a vuestra confianza, la responsabilidad de la organización del primer congreso del nuevo milenio ha recaído este año sobre el Departamento de Bioquímica y Biología Molecular de la Universidad de Valencia, contando con la inestimable colaboración de compañeros bioquímicos y microbiólogos de otros centros de la Universidad de Valencia, de la Universidad Politécnica y de centros del CSIC de Valencia: Departamento de Microbiología, Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas, Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos e Instituto de Biomedicina y de la Fundación Valenciana de Investigaciones Biomédicas.

Las sesiones y simposios del congreso se realizarán en el edificio de la Facultad de Farmacia, que ha sido Premio Nacional de Arquitectura. Por otra parte, dado el creciente interés de la Sociedad Valenciana por temas de gran impacto social en el área de la Bioquímica, Biología Molecular y Biomedicina, nos hemos animado a organizar también, de forma paralela, una serie de conferencias abiertas a los interesados no especialistas del gran Público que intenten conseguir integrar el congreso en la ciudad.

El programa científico, como puede observarse en las páginas que siguen, prestará especial atención a temas que este último año han centrado el interés de la comunidad científica y, también, de los medios de comunicación. El congreso, como viene siendo habitual, se dividirá en tres grandes simposios. El primero de

ellos versará sobre "genes y proteínas", en especial, a la aplicación de nuevas tecnologías proteómicas, al estudio de la cromatina y a la enzimología estructural. La comunicación intra e intercelular, con especial dedicación a los procesos de fosforilación, a las proteasas y a las respuestas al estrés en plantas y levaduras, marcarán el grueso del segundo de los simposios.

El tercer simposio estará dedicado a metabolismo y patología molecular. Interesan, en este apartado, aspectos vinculados a ingeniería metabólica, nutrientes como reguladores de la expresión génica y las nuevas fronteras en patología molecular. En paralelo a los simposios, en el congreso se realizarán diversas reuniones de grupos especializados. Las áreas de trabajo previstas son las bases moleculares de la patología, biología molecular teórica, bioquímica de la nutrición, bioquímica perinatal, genética molecular y biotecnología, señalización celular, transportadores de membranas, biomembranas y bioenergética, biología molecular de plantas, enseñanza de la bioquímica, estructura y función de proteínas, neuroquímica, regulación de la expresión génica, regulación metabólica y transgénesis en mamíferos.

Varias son las personalidades científicas que participarán en el evento. Destaca, por su valor, la participación del profesor Santiago Grisóla, presidente del último congreso de la SEBBM que se celebró en Valencia, en 1985. En la presente edición, ocupará la presidencia de honor junto al Profesor Eduardo Primo Yúfera.

Otros participantes destacados son José Antonio Campos-Ortega, sobre el que recaerá la responsabilidad de la conferen-

cia inaugural, William Whelan, autor de la conferencia "Alberto Sols"; y Antonio Xavier, que dictará la conferencia de clausura (conferencia PABMB).

En paralelo a las sesiones científicas, durante la celebración del Congreso se celebrarán varias conferencias orientadas a la divulgación de la Bioquímica y Biología Molecular en la Sociedad destinadas al público en general. Se tratarán temas actuales del máximo interés científico para el gran público. Entre éstos cabe destacar la dedicada a "Alimentos transgénicos", a cargo de Daniel Ramón (Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, CSIC); "Anorexia, obesidad y control del peso corporal", a cargo de M<sup>a</sup> Eugenia Armengod (Instituto de Investigaciones Citológicas, Fundación Valenciana de Investigaciones Biomédicas).

Confiamos que los asistentes a nuestro congreso disfruten tanto científica como socialmente aprovechando el "marco incomparable" de la ciudad de Valencia, que nos sentimos orgullosos de poder mostrar a los compañeros de la SEBBM (Ver <http://www.gva.es/valencia/index.html>). Muchos de nosotros creemos que pocas ciudades como Valencia son capaces de hacer convivir tan armónicamente los restos de su pasado remoto, dado en el año 138 a.C., con las edificaciones más innovadoras y vanguardistas que se levantan para situarse plenamente en el inicio del nuevo milenio. ■

**Luis Franco Vera**  
presidente del XXIV  
Congreso de la SEBBM  
**Gerardo López Rodas**,  
Secretario

## El parque científico de Barcelona aspira a ser referente internacional

**B**arcelona aspira a ser, en unos pocos años, uno de los grandes polos de atracción internacionales en investigación biomédica. Así se desprende de la declaración de intenciones que los responsables del Parque Científico de Barcelona (PCB), presentado recientemente en sociedad. El PCB, organismo impulsado por la Universidad de Barcelona y en el que se integrarán grupos de investigación procedentes de distintas instituciones, nace con la voluntad de "competir" a nivel internacional por "los mejores recursos e investigadores" y con la intención de generar una red temática que evite "la atomización y la duplicidad" de proyectos e instalaciones.

El objetivo, declaró Joan Guinovart, nombrado el pasado 27 de febrero director del parque, es generar en Barcelona un polo de atracción centrado en la investigación biomédica acorde con las líneas de política científica que se dibujan actualmente en la Unión Europea y que favorezca la creación de un gran centro de excelencia científica. Para ello, indicó, es imprescindible disponer de grandes estructuras y plataformas científicas desde las que se puedan impulsar líneas de investigación competitivas a nivel internacional. "No queremos competir con otros centros españoles o europeos, sino con los norteamericanos o los japoneses", afirmó.

La disponibilidad de grandes estructuras científicas es, en opinión de Joan Massagué, asesor científico del PCB, esencial para integrarse en las líneas de excelencia europea que actualmente tratan de competir con Estados Unidos o Japón. En esta línea, apuntó, el camino a seguir

pasa por la creación de una gran red compuesta por "elementos fuertes" en la que se planteen las actuaciones estratégicas de cada uno de sus integrantes de forma conjunta. La configuración de la red, en la que podrían tener cabida las iniciativas de la Universidad Pompeu Fabra y Politècnica de Catalunya y los centros catalanes del Consejo Superior de Investigaciones Científicas centrados en Biomedicina, además del Hospital Clínico de Barcelona, debería permitir en un plazo de tiempo razonable ofrecer una "exposición conjunta" para la captación de talentos científicos de talla internacional. De esos talentos, indicó, debiera surgir la activación de programas de investigación competitivos a nivel internacional.

El primero de los "talentos" captados por el PCB podría ser Juan Carlos Izpisua Belmonte, actualmente vinculado al Instituto Salk de San Diego en California. Izpisua, que ha adquirido notoriedad internacional por sus aportaciones al campo de la biología del desarrollo, ha sido propuesto como director de un programa específico dedicado a esta área que se desarrollaría en el marco del Instituto de Investigaciones Biomédicas del PCB.

Para el científico español, la puesta en marcha del PCB, junto con la configuración de la red temática, suponen algo más que una declaración de intenciones. "Es quizás la primera iniciativa realmente seria para competir a nivel internacional", aseguró. En su opinión, la biomedicina se está configurando como uno de los grandes motores de la economía mundial y el PCB representa "una oportunidad" para engancharse a un tren que pasa por una Europa "que quiere

competir con Estados Unidos". Los pasos a dar para conseguirlo, señalaron por su parte Joan Guinovart y Múrius Rubiralta, vicerrector de investigación de la UB, son dotar al PCB de personal cualificado mediante la contratación de investigadores de talla internacional, asegurar el presupuesto necesario para poner en marcha la maquinaria y establecer mecanismos de relación tanto en relación a otros centros del entorno como europeos.

El PCB contará en una primera etapa con 22.000 metros cuadrados de laboratorios y equipamientos científicos, para pasar a los 60.000 en una segunda fase. En ellos se instalarán, en distintas fases, entre 700 y 1.000 investigadores. En paralelo, se instalará un primer contingente de empresas que habilitarán sus laboratorios de I+D, y se fomentará la creación de nuevas empresas de base tecnológica que puedan aprovechar los resultados de investigación de las distintas líneas del PCB.

### Ramillete de estrellas

El acto inaugural del PCB contó con la presencia de un auténtico ramillete de estrellas científicas. Además de Joan Massagué, asesor científico del parque, participaron Harold Varmus, nobel de Medicina en 1989 y exdirector de los NIH estadounidenses; Fotis Kafatos, director del EMBL en Heidelberg; Kurt Wuthrich, del Instituto de Tecnología de Zurich y una de las primeras autoridades internacionales en priones; Mariann Benz, del Medical Research Council de Cambridge; Mariano Barbacid, responsable del CNIO; y Philip Cohen, director del departamento de Bioquímica de la Universidad de Dundee.

Margarita Salas Falgueras, profesora de investigación del CSIC, recibió el pasado 12 de febrero de manos de Su Majestad el Rey, el Premio Nacional de Investigación Científica "Santiago Ramón y Cajal". El galardón, que le fue librado en el Palacio Real de El Pardo,

en Madrid, le ha sido otorgado por sus contribuciones a la Biología Molecular a lo largo de su carrera científica.

- María Teresa Miras Portugal, Secretaria Científica de la SEBBM, ha sido elegida nuevo miembro de la Real Aca-

demia de Farmacia. Su discurso sobre "Funciones Extracelulares del Adenosín Trifosfato, ATP, y Otros Nucleótidos" fue leído en la sesión del 25 de enero de 2001 para su recepción como Académico del Número y contestado por el Profesor Ángel Santos Ruiz.

# XXIV CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR

Valencia, 18-21 de Septiembre de 2001

## PROGRAMA CIENTÍFICO

### CONFERENCIAS PLENARIAS

#### Conferencia Inaugural

José Antonio Campos-Ortega (Colonia, Alemania)

Presentado por: Luis Franco (Presidente del Comité Científico del XXIV Congreso)

#### Conferencia "Alberto Sols"

William J. Whelan (Miami, USA). "A New Look at the Synthesis and Metabolic Role of Glycogen"

Presentado por: Joan Guinovart (Barcelona)

#### Conferencia PABMB (Clausura)

Antonio Xavier (Lisboa, Portugal). "Molecular Basis for Proton Activation Leading to Oxidative Phosphorylation"

Presentado por Miguel Angel de la Rosa (Vicepresidente de la SEBBM)

#### Conferencia Beckman-Coulter

#### Conferencia Innogenetics Diagnóstica y Tecnología

A cargo de los galardonados con los premios correspondientes.

## PROGRAMA DE SIMPOSIOS

### I. DE LOS GENES A LAS PROTEÍNAS

#### I.1. Nuevas Tecnologías en Proteómica. Miércoles, 19.

Coordinadores: Enrique Pérez Payá (Valencia) y Joaquín Abián (Barcelona)

- Enrique Méndez (Madrid) "Identificación de Extractos Complejos de Proteínas por Espectrometría de Masas MALDI-TOF: Nuevo Método de Clasificación Rápida de Variedades de Trigo"
- Jesús Vázquez (Madrid) "Proteómica sin Genómica: Hacia una Proteómica de Nueva Generación"
- Joaquín Abián (Barcelona) "Avances en Proteómica: Cromatografía Capilar y Espectrometría de Masas en Tándem Múltiple"
- Juan P. Albar (Madrid) "Proteómica de Expresión en el CNB"
- Concha Gil (Madrid) "Aproximación Proteómica para el Estudio de la Pared Celular de las Levaduras. Aplicaciones en el Diagnóstico de las Enfermedades Fúngicas"
- Josep Villanueva (Barcelona) "Screening conformacional de proteínas por espectrometría de masas Maldi-Tof"
- Friedrich Lottspeich (Munich, Alemania)

#### I.2. Cromatina. Jueves, 20.

Coordinadores: Ramón Sendra (Valencia) y Fernando Azorín (Barcelona)

- Esteban Ballestar (Valencia) "Complejos remodeladores de cromatina"
- Benjamín Piña (Barcelona) "Regulación alostérica de la actividad transcripcional en levadura: el caso de Rap1p"
- Joan Ramón Daban (Barcelona) "Estructura de la cromatina compatible con la elevada concentración de DNA en los cromosomas metafásicos"
- José Manuel Sogo (Zurich, Suiza)
- Colyn Crane-Robinson (Portsmouth, Reino Unido)

#### I.3. ENZIMOLOGÍA ESTRUCTURAL. Viernes, 21

Coordinadores: Vicente Rubio (Valencia) e Ignacio Fita (Barcelona)

- Miquel Coll (Barcelona) "Motores de ADN"

- Milagros Medina (Zaragoza) "Versatilidad del anillo de isoaloxazina como centro redox: implicaciones en procesos de transferencia de electrones entre proteínas"
- Santiago Ramón (Valencia) "Bases estructurales de la síntesis enzimática de acilfosfatos"
- María A Pajares (Madrid) "Estructura y catálisis en la síntesis enzimática de S-Adenosilmetionina"
- Ignacio Fita (Barcelona) "Estructura y función de catalasas"

#### Conferencia Oscar Niemeyer.

Juan Carlos Slebe (Valdivia, Chile)

"Aspectos estructurales y funcionales de la fructosa-1,6-bisfosfatasa. Una enzima antigua con nuevos interrogantes".

Presentada por: Vicente Rubio (Valencia)

## II. COMUNICACION INTRA E INTERCELULAR

### II.1. Cascadas de Fosforilación. Miércoles, 19.

Coordinadores: Rafael Pulido (Valencia) y Ana Carrera (Madrid)

- Piero Crespo (Santander) "La isoforma de splicing de p38, Mxi2 se activa por mitógenos a través de MEK"
- Antonio Celada (Barcelona) "La fosforilación de ERK controla que los macrófagos se activen o proliferen"
- Jorge Moscat (Madrid) "Adaptadores para la especificidad en transducción de señales por proteínas quinasas"
- Angela Rebollo (Madrid) "Papel de la Ser/Thr fosfatasa PP1alfa en el control de la apoptosis"

### II.2. Chaperonas y Proteasas. Jueves, 20.

Coordinadores: María Eugenia Armengod (Valencia) y José González Castaño (Madrid)

- Juan Carlos Zabala (Santander) "Cofactores del plegamiento de tubulinas"
- José María Valpuesta (Madrid) "Plegamiento de actina y tubulina asistido por chaperonas"
- María Eugenia Armengod (Valencia) "Carabinas y proteasas de membranas bacterianas"
- José González Castaño (Madrid)

### II.3. Respuesta al Estrés en Plantas y Levaduras. Viernes, 21.

Coordinadores: Ramón Serrano (Valencia) y Vicente Conejero (Valencia)

- Francesc Posas (Barcelona) "Respuestas al estrés osmótico controladas por MAP quinasas en levadura"
- Roc Ros (Valencia) "Identificación de genes de remolacha implicados en la tolerancia a salinidad mediante complementación funcional de levadura"
- José Manuel Pardo (Sevilla) "Transporte de sodio en células vegetales"
- José L. Carrasco (Valencia) "Nuevos reguladores de la expresión génica en plantas"
- Antonio Molina (Madrid) "Péptidos antimicrobianos y mecanismos de defensa de las plantas"

## III. METABOLISMO Y PATOLOGÍA MOLECULAR

### III.1. Fronteras en Patología Molecular. Miércoles, 19.

Coordinadores: Vicente Andrés (Valencia) y Antonio Zorzano (Barcelona)

- Manuel Palacín (Barcelona) "Transportadores heteroméricos de aminoácidos y aminoacidurias"
- Antonio Díez (Valencia) "Control del ciclo celular y arteriosclerosis"
- Alberto Muñoz (Madrid) "Acción de la vitamina D en cáncer de colon"
- Miguel Angel Valverde (Barcelona) "Bases moleculares del efecto beneficioso de los estrógenos sobre el sistema cardiovascular"

**Conferencia Luis F. Leloir.** Ricardo Boland (Bahía Blanca, Argentina). "Vía no genómica de transducción de la señal de la hormona 1,25-dihidroxi-vitamina D3"

Presentada por: Vicente Andrés (Instituto de Biomedicina, C.S.I.C.)

### III.2. Ingeniería Metabólica. Jueves, 20.

Coordinadores: Juli Peretó (Valencia) y Francisco Montero (Madrid)

- David Fell (Oxford, Reino Unido) "Experimental and computer modelling of threonine biosynthesis"
- Emilia Matallana (Valencia) "Ingeniería metabólica de levaduras vínicas para la mejora del aroma del vino"
- Juan C. Nuño (Madrid) "Análisis estructural de redes metabólicas"
- José A. Salas (Oviedo)

### III.3. Nutrientes como Reguladores de la Expresión Génica.

Viernes, 21

Coordinadores: Juan R. Viña (Valencia) y Fausto García Hegardt (Barcelona)

- Pascal Ferré (Paris) "SREBP-1c, a transcription factor involved in the regulation of hepatic gene expression by the nutritional environment"
- Anna M. Gómez Foix (Barcelona) "La regulación de la expresión de la glucógeno fosforilasa: un nexo entre el metabolismo de la glucosa y lípidos en el músculo"
- Marta Casado (Valencia) "Regulación por glucosa de la expresión génica en mamíferos"
- Luis Torres (Valencia) "Regulación de la expresión génica en un modelo in vivo de deficiencia crónica de vitamina A"
- Ana Aranda (Madrid) "Mecanismos de regulación transcripcional por la vitamina D a través de su receptor nuclear"

## REUNIONES DE GRUPOS ESPECIALIZADOS

Miércoles, 19 de Septiembre

Las ponencias tendrán una duración de 20 minutos cada una y a continuación se expondrán comunicaciones de 10 minutos sobre paneles que se seleccionarán a la vista de los resúmenes.

### BASE MOLECULAR DE LA PATOLOGÍA

Coordinadores: Manuel Palacín (Barcelona)

- Conxi Lazaro (Barcelona) "Mecanismos mutacionales de la neurofibromatosis de tipo I"
- Olatz Fresnedo (Leiona) "La Resonancia Magnética como una nueva herramienta en el estudio del metabolismo tumoral"
- Luis A Pérez-Jurado (Barcelona) "Síndrome de Williams como modelo de mutación genómica"
- Jordi Pérez-Tur (Valencia) "Un nuevo gen de epilepsia"
- M. Amparo Martínez-Sanchis (Valencia) "Patogénesis molecular de la deficiencia de ornitina transcarbamilasa"
- Lourdes R. Desviat (Madrid) "Acidemia propiónica: estructura/función"

### BIOLOGÍA MOLECULAR TEÓRICA

Coordinador: Modesto Orozco (Barcelona)

- Juan A. García Ramos (Madrid) "Regiones de interacción específica entre proteínas de la familia ras y sus efectores"
- Oswaldo Trelles (Málaga) "Extracción automática de conocimiento de bases de datos biológicas"
- Federico Gago (Alcalá de Henares) "Avances en la Química y Biología de las ecteinascidinas, una nueva y prometedora clase de agentes antitumorales"
- Daniel Fisher (Israel)

### BIOQUÍMICA DE LA NUTRICIÓN

Coordinador: Lluís Arola (Tarragona)

- M. Cinta Bladé (Tarragona) "Biodisponibilidad de los flavonoides"
- Andreu Palou (Palma de Mallorca) "El papel de la leptina gástrica en el control del gasto energético"
- Xavier Remesar (Barcelona) "La ingesta nitrogenada y su relación con la obesidad"

### BIOQUÍMICA PERINATAL

Coordinadores: José M. Cuezva (Madrid) y Fernando Escrivá (Madrid)

- Francesc Villaroya (Barcelona) "Metabolismo perinatal en ratones knockout para factores de transcripción C/EBP y PPAR: alteraciones en el metabolismo lipídico y en la diferenciación adipocitaria"
- Margarita Lorenzo (Madrid) "Señalización diferencial de la insulina en el desarrollo del músculo esquelético"
- Anna Gumá (Barcelona) "Las neurregulinas, reguladoras del desarrollo del músculo esquelético en la etapa perinatal, estimulan de manera aguda el transporte de glucosa"
- Cecilia Mur (Madrid) "Aumento de la sensibilidad a insulina en adipocitos marrones sin receptor de IGF-1"
- Pilar Ramos (Madrid) "Papel de la hiperinsulinemia y la resistencia insulínica en la actividad lipolítica del tejido adiposo en la gestante"
- Carmen Alvarez (Madrid) "Papel de los IGFs en el crecimiento de las células beta pancreáticas"
- Encarnación Amusquibar (Madrid) "Influencia de los ácidos grasos de la dieta durante la gestación y la lactancia sobre el desarrollo perinatal"
- Arantxa Taberero (Salamanca) "La albúmina regula la diferenciación neuronal durante el desarrollo perinatal"
- Ángeles Almeida (Salamanca) "Estrés oxidativo en el cerebro del prematuro"
- Rosa Zaragoza (Valencia) "Regulación del gen p53 en la glándula mamaria durante la lactancia"
- Máximo Vento (Valencia) "Importancia de la reanimación con aire en la prevención del estrés oxidativo en el neonato asfíctico"

### GENÉTICA MOLECULAR Y BIOTECNOLOGÍA

Coordinador: Rafael Pérez Mellado (Madrid)

- Rafael Pérez Mellado (Madrid) "Nuevos genes y aplicaciones resultantes del análisis funcional del genoma de *Bacillus subtilis*"

### SEÑALIZACIÓN CELULAR

Coordinadoras: Carme Caelles (Barcelona) e Isabel Fabregat (Madrid)

- José María Rojas (Madrid) "Regulación funcional de hSos1, un activador de Ras"
- María Jesús Lorenzo (Cáceres) "Ruta de biosíntesis del colesterol y crecimiento neuronal"
- Gabriel Gil Gómez (Barcelona) "Participación de Cdk2 en la ruta de transducción de señales apoptóticas en células quiescentes"
- Jorge Laborda (Albacete) "Modulación del crecimiento y diferenciación celulares por la proteína EGF-homeótica dlk"

### TRANSPORTADORES DE MEMBRANAS

Coordinadores: Emilio Fernández (Córdoba) y Pablo Martín Vassallo (La Laguna)

- Norbert Sauer (Erlangen, Alemania) "Sugar transport in plants: From cell to cell and from sink to source"

Jueves 20 de Septiembre

### BIOMEMBRANAS Y BIOENERGÉTICA

Coordinador: Miguel A. de la Rosa (Sevilla)

Tema monográfico: Técnicas avanzadas en el análisis de membranas.

- Pedro L. Mateo (Granada) "Estudio calorimétrico de la bacteriorrodopsina"
- Juan C. Gómez-Fernández (Murcia) "Determinación de los sitios de interacción con lípidos de proteína quinasas C"
- Matilde Barón (Granada) "Nuevas técnicas de imagen para el análisis funcional de complejos fotosintéticos"

## BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR DE PLANTAS

Coordinadores: Montse Pagés (Barcelona) y Victoriano Valpuesta (Málaga)

- Francisco Madueño (Valencia) "Genes que controlan la iniciación y el desarrollo de flores en guisante"
- Javier Pozueta (Mutilva) "Azúcares nucleótido pirofosforasas: nuevos agentes controladores de la síntesis de polisacáridos en plantas y bacterias"
- Ismael Rodrigo (Valencia) "El ácido genticónico como nuevo regulador de genes implicados en la respuesta de las plantas frente a patógenos"
- Lola Peñarubia (Valencia) "Homeostasis del cobre en *A.thaliana*"
- Miguel A. Botella (Málaga) "Caracterización bioquímica y molecular de una aldo-ceto reductasa específica de frutos de fresa"

## ENSEÑANZA DE LA BIOQUÍMICA

Coordinador: José Villalaín (Alicante)

- Angel Herraiz (Alcalá de Henares) "Libros de texto en Bioquímica y Biología Molecular: ¿Realidad o ficción?"
- José Luis Urdiales (Málaga) "Ayuda multimedia a la enseñanza y el aprendizaje de Bioquímica y Biología Molecular: Un proyecto común"

Mesa redonda: "La enseñanza de la Bioquímica y Biología Molecular en la Universidad: ¿Qué presente nos depara el futuro?"

## ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE PROTEÍNAS

Coordinador: Carlos Gómez Moreno (Zaragoza)

Habrán 5 presentaciones sobre los temas siguientes.

- Nuevas estructuras determinadas por cristalografía de Rayos X
- Nuevas estructuras de proteínas determinadas por RMN
- Estabilidad (o Plegamiento) de proteínas
- Elucidación de mecanismos de acción proteica por mutagenesis dirigida
- Proteómica

## NEUROQUÍMICA

Coordinadores: Carmen Aragón (Madrid) y Javier Díaz Nido (Madrid)

- Francisco Zafra (Madrid) "Mecanismos moleculares implicados en el tráfico intracelular y en la regulación de los transportadores de glicina del SNC"
- Joan Comella (Lleida) "Vías intracelulares de señalización implicadas en la regulación de la supervivencia neuronal"
- Manuel Guzmán (Madrid) "Control de la muerte de células gliales por cannabinoides"
- Juan José Toledo (Sevilla) "Trasplantes de agregados celulares de cuerpo carotídeo en modelos animales de enfermedad de Parkinson"

## REGULACIÓN DE LA EXPRESIÓN GÉNICA

Coordinadoras: Encarnación Martínez Salas (Madrid); María Eugenia Armengod (Valencia)

La reunión del grupo se dedicará a la exposición oral de comunicaciones seleccionadas entre los posters presentados.

## REGULACIÓN METABÓLICA

Coordinadores: Juan J. Aragón (Madrid) y Juan R. Viña (Valencia)

- José María Luengo (León) "Una nueva clase de glutamato deshidrogenasa: caracterización genética y bioquímica de la GDH de *Streptomyces clavuligerus*"
- María Luisa García Martín (Madrid) "La Resonancia Magnética como una nueva herramienta en el estudio del metabolismo tumoral"
- Jesús de la Osada (Zaragoza) "Animales transgénicos y metabolismo de las lipoproteínas de alta densidad"
- Antonio Zorzano (Barcelona) "MARF: una proteína mitocondrial involucrada en la fisiopatología de la obesidad"

## TRANSGÉNESIS EN MAMÍFEROS

Coordinadores: Lluís Montoliu (Madrid); Pedro M. Fernández

- Belén Pintado (Madrid) "Animales modificados genéticamente en el estudio de las encefalopatías transmisibles"

## SESIONES DE PANELES

Las comunicaciones libres al congreso se realizarán en forma de paneles. Para potenciar esta vía de comunicación, los paneles estarán expuestos a lo largo de todo el congreso y sus autores deberán estar presentes al menos 90 minutos, en un momento que se indicará oportunamente. Conscientes de la importancia de este medio de comunicación científica, se seleccionarán algunos de los paneles para su presentación oral, con una duración de 10 minutos, en las reuniones de grupos especializados. La organización del Congreso intentará conseguir que se seleccione el mayor porcentaje posible de comunicaciones para ser presentadas de forma oral. Los congresistas seleccionados para estas comunicaciones orales serán advertidos de ello en su momento.

## FECHA LÍMITE PARA LA INSCRIPCIÓN Y ENVÍO DE RESÚMENES A TRAVÉS DE INTERNET

<http://www.bq.ub.es/sebbm/XXIVCongreso/>

30 de Mayo de 2001

## PRESIDENTES DE HONOR

Santiago Grisóla (*Fundación Valenciana de Investigaciones Biomédicas*)

Eduardo Primo-Yúfera (*Instituto de Tecnología Química, Universidad Politécnica de Valencia-CSIC*)

## COMITÉ CIENTÍFICO Y ORGANIZADOR

### Presidente

Luis Franco Vera. (*Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Biología, Universitat de València*)

### Vicepresidente

Juan Viña Ribes (*Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Medicina, Universitat de València*)

### Secretario

Gerardo López Rodas (*Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Biología, Universitat de València*)

### Tesorera

Mercè Pamblanco Rodríguez (*Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Biología, Universitat de València*)

### Vocales

Concepción Abad Mazarío (*Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Química, Universitat de València*)

M<sup>a</sup> Eugenia Armengod González (*Instituto de Investigaciones Citológicas, Fundación Valenciana de Investigaciones Biomédicas*)

Teresa Barber Sanchís (*Dpto. de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Farmacia, Universitat de València*)

Vicente Conejero Tomás (*Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas, Universidad Politécnica de Valencia -CSIC*)

Daniel Ramón Vidal (*Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, CSIC*)

Vicente Rubio Zamora (*Instituto de Biomedicina, CSIC*)

Rafael Sentandreu Ramón (*Dpto. de Microbiología, Facultad de Farmacia, Universitat de València*)

Ramón Serrano Salom (*Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas, Universidad Politécnica de Valencia -CSIC*)

## SECRETARÍA CIENTÍFICA

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular  
Facultad de Biología. Universidad de Valencia (Estudi General). Campus de Burjassot. C/ Dr. Moliner, 50. 46100 Burjassot (Valencia). T. no. 963864385. Fax. 963864635. Email: sebbm@uv.es

## SECRETARÍA TÉCNICA

Viajes El Corte Inglés.  
Departamento de Congresos  
C/Pintor Sorolla, 25-3<sup>a</sup>.  
T. no. 963522727.  
Fax 963522743

## Camino de la reparación de órganos

El equipo dirigido por Juan Carlos Izpisúa Belmonte en el Instituto Salk en San Diego (California) ha logrado identificar la familia de genes que median en la formación de extremidades y de algunos órganos en mamíferos. El mecanismo genético, descrito ampliamente en Cell, depende de la interacción entre dos familias de proteínas que permanecen activas durante las primeras fases del desarrollo embrionario. Las proteínas responden al nombre de Wnt y FGF.

Según se ha podido verificar, la interacción entre ambos grupos de proteínas se produce poco antes de que empiecen a formarse las extremidades u otros órganos en el embrión. La activación de la "charla", como es descrita coloquialmente por el propio Izpisúa, determina que empiecen a formarse distintas partes diferenciadas del organismo. Si alguno de los componentes del diálogo falla o se activa en un lugar erróneo, determina la formación de esas partes en lugares donde no corresponde.

La activación del mecanismo genético, en condiciones normales, se silencia por causas aún desconocidas al poco tiempo de ser activado. Pese a ello, desencadena la cascada de reacciones necesarias para que una extremidad o un órgano culminen su formación e inicien su proceso de crecimiento hasta alcanzar las proporciones que correspondan para un ser adulto.

El hallazgo del equipo dirigido por Izpisúa abre enormes expectativas tanto en el campo del conocimiento de los mecanismos básicos que dirigen la formación de partes diferenciadas del organismo como de posibles aplicaciones terapéuticas. En el primero de los casos, abre una vía para comprender mejor los procesos de diferenciación celular que acabarán culminando en la for-

mación de tejidos y órganos, campo de gran interés en ingeniería tisular y en especialización de células madre por medio de técnicas biotecnológicas.

Por otra parte, como cuenta el propio Izpisúa, el hallazgo representa un primer paso en el camino de la regeneración natural de tejidos dañados por procesos patológicos. El conocimiento de estos mecanismos básicos podría derivar, con el tiempo, en el diseño de terapias génicas o celulares que indujeran a la reparación de un corazón dañado por un infarto o de un hígado por una enfermedad degenerativa o, incluso, a recuperar miembros amputados de forma traumática. Para ello, dice, bastaría con reactivar el mecanismo de "charla" silenciado durante el proceso embrionario en el momento oportuno. Un mecanismo que, de forma natural, se da en lagartijas o en el axolote mexicano.

## Secuencia mitocondrial completa de un animal extinto

La reconstrucción del genoma mitocondrial del moa, ave gigantesca emparentada con los avestruces y extinguida hace unos 500 años, es el primero que se logra en su totalidad. Está compuesto por 16.500 pares de bases químicas y su secuenciación ha sido posible gracias a la existencia de huesos perfectamente conservados a los que ha tenido acceso un equipo de investigadores de la Universidad de Oxford con el que ha colaborado el científico español Carlos Lalueza-Fox, del departamento de Biología Animal de la Universidad de Barcelona. El Trabajo se publica en Nature.

El análisis del genoma permite observar la tasa de acumulación de mutaciones del ADN mitocondrial, lo cual a su vez permite datar cada una de las separaciones de los distintos linajes de las ratites. De acuerdo con los resultados, las ratites primitivas habrían dado paso

al moa hace unos 80 millones de años, y al avestruz, uno de sus parientes vivos, entre 15 y 20 millones de años más tarde. La secuencia completa aportará información básica para dibujar con precisión su árbol genealógico y la comparación de los genomas mitocondriales de aves emparentadas permitirá además, aunque de forma indirecta, precisar como se desgajó Gondwana, el supercontinente que hace 100 millones de años se separó para dar forma a los continentes actuales. El estudio de lo ocurrido con el grupo de las ratites gracias al análisis de su ADN mitocondrial, por otra parte, puede ayudar a entender el patrón de dispersión de otros animales, como los mamíferos. En ambos casos, dice, los modelos de distribución son similares.

## Susceptibilidad a Alzheimer

La susceptibilidad genética a padecer la enfermedad de Alzheimer se ha asociado tradicionalmente a la presencia de apolipoproteína E (APOE). No obstante, y en al menos el 50% de los casos en los que se reporta la enfermedad, no se detecta el alelo APOE4, por lo que la existencia de otro factor de riesgo genético podría ser más que factible. Esto es precisamente lo que pone en evidencia un trabajo publicado en Science en la que han participado investigadores de la Universidad de Washington, Jacksonville, Cambridge y Cardiff, además de Jordi Pérez-Tur de la Unidad de Genética Molecular del Instituto de Biomedicina de Valencia. De acuerdo con los resultados, podría haber evidencia de riesgo asociado en el cromosoma 10, aspecto que modificaría el riesgo a padecer Alzheimer con independencia del genotipo de APOE.

## Estructura de biliverdin-reductasa

Un equipo dirigido por Miquel Coll, investigador del Instituto de Biología Molecular de Barcelona (CSIC), ha lo-

grado esclarecer la estructura biológica de la biliverdina-reductasa, una forma de bilirrubina activa durante el desarrollo del feto. El trabajo, publicado en *Nature Structural Biology*, permite desentrañar los puntos de enlace químico de esta molécula así como su preferencia por determinados tipos de enzima. Del mismo modo, aporta información sobre como interacciona con distintas moléculas en las reacciones químicas en las que participa.

## Genoma eucariótico flexible

El contenido genético de los cromosomas se puede reorganizar a un ritmo mucho más alto de lo que se pensaba. En particular, el contenido de los cromosomas de *Drosophila* se baraja, como en un juego de cartas, hasta cien veces más a menudo que los cromosomas de mamíferos. Esta es la conclusión de un estudio de genómica comparativa elaborado por un equipo de investigadores de la Universidad Autónoma de Barcelona dirigido por el profesor Alfredo Ruiz Panadero. Los resultados, probablemente generalizables a todos los organismos eucarióticos, han sido publicados en *Genome Research* y han merecido una reseña en *Nature Review Genetics*.

Los investigadores, que se habían planteado su trabajo con el objetivo de determinar el ritmo de reorganización del genoma de *Drosophila* y comparar su dinámica con la de otros organismos, consideran que el contenido genómico de este género extraordinariamente dinámico y maleable y tiene una organización modular. El hallazgo puede tener implicaciones importantes por cuanto cada gen y sus correspondientes secuencias reguladoras forman un módulo y los módulos se pueden disponer de distintas formas y en lugares distintos sin que por ello dejen de funcionar. Este último aspecto limita la extrapolación de los mapas físicos de los cromosomas de *Drosophila* a otros insectos

de interés económico y médico separados evolutivamente.

## Cuestión de pedigrí

La evidencia arqueológica sugiere que el caballo fue domesticado hace aproximadamente 6.000 años en diversas regiones de Asia central. La pregunta que se formulan los científicos es si el proceso de domesticación se efectuó a partir de individuos tomados de uno o varios grupos de una población salvaje o, por el contrario, se emplearon poblaciones dispersas a lo largo y ancho de extensas regiones asiáticas. La respuesta la ha buscado Carles Vilà, investigador del departamento de Biología Evolutiva en la universidad sueca de Uppsala a partir del análisis de marcadores mitocondriales y microsátélites con el objetivo de cuantificar la variación genética en linajes de caballos modernos y de restos de ejemplares salvajes de entre 12.000 a 18.000 años de antigüedad (Pleistoceno). Los resultados, valorados a partir de técnicas genómicas y de biología molecular, muestran múltiples ancestros repartidos en poblaciones dispersas. De ello puede deducirse que la interacción entre humanos y caballos precedió durante largo tiempo a las evidencias morfológicas sobre su domesticación.

## Los TGF-β a revisión

Los mecanismos de proliferación, diferenciación y muerte celular están controlados por un gran número de señales celulares. Entre ellas se encuentran los llamados TGF-beta (de Transforming Growth Factor), un grupo de citoquinas que median en muchas de las respuestas celulares dependiendo de la carga genética de cada célula y de su entorno. Joan Massagué, director del Programa de Biología Celular en el Memorial Sloan-Kettering Cancer Center de Nueva York, revisa, en un extensísimo artículo publicado en *Nature Reviews*, los últimos resultados sobre este campo de investigación y los retos que quedan pendientes.

A lo largo del artículo Massagué define los mecanismos que rigen la transmisión y propagación de señales de TGF-β, la importancia del contexto celular en la transducción de señales, la presencia de moléculas asociadas o que facilitan una asociación y el papel que juegan en este proceso moléculas definidas como coactivadoras o corepresoras. A partir del entramado, propone una "red de señales" como mecanismo básico que regula la respuesta celular y se interroga acerca de procesos extracelulares que puedan intervenir o, incluso, interferir en la respuesta.

El camino que siguen los mecanismos descritos, esto es, desde la citoquina hasta lo que podría denominarse la diana genética, y la identificación simultánea de varios reguladores y señales que controlan este proceso es, según describe Massagué, "una satisfacción y un reto". Satisfacción porque, en términos moleculares, muestra como el entorno extracelular juega un papel clave en la respuesta celular. Una respuesta que depende tanto de la actividad de moléculas asociadas y moduladores que ejercen un control y determinan dianas, como sobre la misma señal TGF-β. El conjunto define una intrincada red formada por unos elementos que están condicionados los unos por los otros.

Por otra parte, destaca como reto principal elucidar el paquete completo de proteínas que son relevantes para este proceso en función de un tipo de célula dada y de unas condiciones determinadas. Este primer paso, previo a la obtención de una imagen global del sistema, puede conseguirse, en su opinión, mediante la tecnología actual. En cualquier caso, su conocimiento es clave para entender como el entorno ambiental influye en la respuesta celular y en la modulación de señales y, como consecuencia, para comprender las respuestas fisiológicas que se generan en un tejido o en un organismo entero.

## El mapa del genoma humano

Roderic Guigó y Josep Francesc Abril, ambos del Instituto Municipal de Investigaciones Médicas (IMIM) de Barcelona, centro adscrito a la Universidad Pompeu Fabra, firman en Science el artículo remitido por Celera Genomics y otras instituciones públicas y privadas, sobre anotación y análisis del genoma humano. Su participación, la única española en el proyecto de secuenciación del genoma, ha consistido en el diseño y puesta a punto del software de visualización de datos gff2ps, concebido específicamente para tratar datos masivos de origen biológico. El uso de lenguaje Post Script, describen en el artículo, ha permitido integrar millones de datos y traducirlos en una expresión gráfica que, de acuerdo con las instrucciones de la compañía Celera, han posibilitado la elaboración de la primera representación visual del borrador del código genético humano. Una versión de ese gráfico, en la que se incluyen el global del genoma y la estructura génica en dos escalas superpuestas, además de códigos de interpretación, se ha distribuido en forma de póster a través de Science, que es quien ostenta los derechos de copyright.

## El modelo vegetal

Si *Drosophila melanogaster* es el modelo por excelencia en los estudios de genética animal, *Arabidopsis thaliana* lo es en el vegetal. Del mismo modo que hace unos meses se lograba la secuenciación del genoma de la primera, recientemente, tal como se describía en Nature, se ha publicado el de esta pequeña planta. En la anotación y análisis de su secuencia, centrada en los cromosomas 1, 3 y 5, han participado dos grupos españoles, el Instituto de Biología Molecular de Barcelona (IBMB, del CSIC), liderado por Pere Puigdomènech, y el departamento de Genética de la Universidad de Valencia, coordinado por Manuel Pérez Alonso. En la publicación los autores refieren, tras el

análisis global del genoma, una diferencia cada vez menor en la composición y estructura génica, aspecto que toma cuerpo tras la comparación de funciones y el hallazgo de no pocas homologías. El genoma de *Arabidopsis*, destacan ambos expertos, facilitará no sólo un mejor conocimiento del mundo vegetal, sino también acerca de cómo se desarrollan y organizan los seres vivos en conjunto. Del mismo modo, abre las puertas a nuevas aplicaciones de interés agronómico, ambiental, energético e industrial.

## Los mecanismos básicos de infección de malaria

El visionado de un vídeo archivado diez años atrás ha permitido describir, por vez primera, como el parásito de la malaria alcanza el hígado perforando, literalmente, la membrana de varias células antes de provocar la infección. El hallazgo, publicado por Ana Rodríguez, bióloga molecular en la Universidad de Nueva York, en Science, supone la primera evidencia descrita sobre este tipo de mecanismo para cualquier microorganismo, ya sea parásito, virus o bacteria. Rodríguez, especializada en mecanismos de reparación de la membrana celular, detectó, según su relato en Science, como los esporozoitos de malaria atraviesan literalmente la membrana celular de las células hepáticas para instalarse en ellas. Pero sólo temporalmente. Al poco tiempo vuelven a salir perforando de nuevo la membrana. Así, de media, hasta cuatro células. Al llegar a la quinta, el esporozoito se replica, se multiplica, provoca la muerte de la célula y se libera en el torrente sanguíneo. Empieza entonces a manifestarse la infección por malaria. El mecanismo descrito por Rodríguez junto con la portuguesa María Mota abre numerosos interrogantes. "Ahora sabemos qué ocurre pero no cómo", dicen. Esto es que ahora se sabe que el plasmodium, el microorganismo causante de la malaria, es capaz de atravesar sin ma-

yor problema las membranas de las células que salen a su paso en el camino que lleva desde donde picó el mosquito hasta el hígado. Y que, una vez ahí, selecciona de algún modo la célula idónea para amplificarse e iniciar la infección. El cómo atraviesa las células o selecciona la adecuada podría resultar básico no sólo para el conocimiento de la enfermedad sino también para el desarrollo de algún fármaco o vacuna eficaz.

## Transmisión de la resistencia a antibióticos

Investigadores del Instituto de Biología Molecular (IBMB) del CSIC en Barcelona y del departamento de Biología Molecular de la Universidad de Cantabria, han logrado esclarecer cómo las bacterias se transmiten entre sí la resistencia a antibióticos. La clave, según describen en un extenso artículo que se publica en Nature, es una proteína situada en la membrana de las bacterias que permite la transferencia de material genético de una a otra. La inactivación de esa proteína, sugieren los científicos, eliminaría buena parte de los problemas asociados a la resistencia a antibióticos. La proteína en cuestión es TrwB, situada en la parte más interior de la membrana bacteriana. Su presencia permite anclar los fragmentos de ADN y transferirlos, a través de una estructura formada por distintas proteínas, a otra bacteria. Una simple mutación de esa proteína o su bloqueo mediante una molécula específica, basta para impedir el paso de información genética de una bacteria a otra. El hallazgo de la TrwB, de la cual se ha determinado igualmente por vez primera su estructura tridimensional, podría tener, en opinión de Miquel Coll y Fernando de la Cruz, gran trascendencia en aplicaciones médicas. Especialmente, en el control de infecciones mediante el uso de antibióticos y, de manera destacada, para impedir la transmisión de los genes que confieren resistencia a los fármacos.

PRINCIPIOS DE BIOLOGÍA MOLECULAR. V. Carreño y I. Castillo (Eds.) Springer-Verlag Ibérica, Barcelona 2001

El espectacular desarrollo de la Biología Molecular en los últimos años está teniendo repercusiones sin precedentes en campos tan dispares como el diagnóstico clínico, el desarrollo de nuevos fármacos o la agricultura. Además, dicho desarrollo está teniendo también repercusiones sociales importantes en áreas como la producción y liberación de organismos transgénicos, los avances diagnósticos y terapéuticos que pueden derivar de la secuenciación del genoma humano, la clonación de embriones o la terapia génica. Es por ello que el interés por esta área del conocimiento se ha desplazado a grupos de información básica. El libro "Principios de biología molecular", editado por investigadores de la Fundación para el Estudio de las Hepatitis Virales e Instituto de Hepatología de Madrid, ha sido concebido pensando justamente en este colectivo. El título tiene formato de libro de bolsillo y consta de seis capítulos: cuatro dedicados a aspectos básicos de la Biología

Molecular (Estructura y propiedades del DNA, replicación del DNA, estructura y propiedades del RNA, y biosíntesis de proteínas), y dos de tipo aplicado, uno dedicado a la descripción de técnicas de ingeniería genética y de biología molecular, y otro en el que se aborda de forma monográfica la terapia génica. En los distintos capítulos, los autores abordan los contenidos de manera concisa y entendedora. Contrasta, no obstante, la pobreza de las ilustraciones que, por tratarse de una edición con diseño económico, están representadas en blanco y negro, hecho que deslucen en parte su potencial didáctico y contrasta con las excelentes ilustraciones a todo color sobre estos mismos temas que se pueden encontrar en la mayor parte de libros de texto de esta área, aunque, eso sí, a precios muy superiores. Asimismo, resulta sorprendente la ausencia de un índice de materias, lo cual dificulta el acceso directo al texto a través de palabras clave. Este déficit se ve compensado en parte por la inclusión de un glosario en el que se define una buena parte de los términos descritos. Dado que es probable que algún lector desee ampliar sus conocimientos a través del acceso a

otras fuentes más especializadas, cabe señalar que el tratamiento de la bibliografía seguido en los distintos capítulos del libro no siempre ayuda en este sentido. Por una parte cabe destacar el distinto criterio editorial utilizado para referenciar la bibliografía en los diferentes capítulos. Así, mientras que algún capítulo comprende una bibliografía extensa y directamente relacionada con el seguimiento argumental del texto, en otros casos las referencias son escasas, de tipo general y más bien de carácter histórico. Por tratarse de un libro de tipo divulgativo, hubiera sido de interés incluir algún anexo en el que se recomendaran libros de texto o monografías especializadas. En futuras ediciones sería deseable incorporar cambios para mejorar su calidad e interés. Por ejemplo, algún nuevo capítulo monográfico que ampliara la visión del espectro de aplicaciones de las técnicas de Biología Molecular.

**Albert Boronat.**

Departamento de Bioquímica  
y Biología Molecular,  
Universidad de Barcelona



**si** Strathkelvin Instruments  
www.strathkelvin.com

**PRECISION LABORATORY  
DISSOLVED OXYGEN MEASUREMENT**

*Single channel or 6-channel computerised system*

- Small sample volume
- No stirring necessary in some applications
- Microcathode oxygen electrodes
- Complete range of accessories for specific applications

**Contact: Strathkelvin Instruments Ltd.**  
1.05 Kelvin Campus, West of Scotland Science Park, Glasgow G20 0SP, Scotland UK  
Tel: +44 (0)141 576 5080 Fax: +44 (0)141 576 5081  
Email: info@strathkelvin.com Web: www.strathkelvin.com

## Por una librería pública de las ciencias

Desde hace un tiempo, científicos de todo el mundo han mostrado su interés por facilitar el acceso a la información científica que se publica periódicamente en revistas especializadas. Este interés se ha traducido en la iniciativa "Public Library of Sciences" (en la que participan más de 12.000 investigadores de 124 países. Básicamente, esta iniciativa pretende presio-

nar a los editores de las revistas científicas para que permitan el libre acceso a la versión electrónica de todos los artículos a partir de los seis meses de su publicación en papel. Creo que es una iniciativa que debería contar con el máximo apoyo por parte de la SEBBM y debería difundirse entre sus asociados (listas de correo electrónico, etc). Además, propongo que la propia SEBBM traslade (y lidere si es necesario) esta iniciativa a las sociedades internacionales de las que es miembro (FEBSB, IUBM, IUBM, PABMB). La

iniciativa defiende que ni la investigación ni las ideas científicas deben pertenecer o ser controladas por los editores de publicaciones, sino al público, al cual se le debe facilitar el acceso gratuito. Es por ese motivo que solicitan el establecimiento de una librería pública online en la que se incluyan los distintos textos científicos.

*Gerard Pujadas, Socio SEBBM número 888 Departamento de Bioquímica y Biotecnología, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona.*

## HUMOR



## Socios Protectores

### ROCHE DIAGNOSTICS, S.L.

Copérnico, 60  
08006 Barcelona  
Tel.: 932 014 411  
Fax: 932 009 149

### INNOGENETICS DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA

Pau Alcover, 31  
08017 Barcelona  
Tel.: 934 045 542

### MERCK-SHARP-DOHME

Josefa Valcárcel, 38  
28037 Madrid  
Tel.: 913 210 600  
Fax: 913 211 700

### ARMERSHAM PHARMACIA BIOTECH EUROPE gmbH

Sucursal en España  
Parc Tecnològic del Vallés  
Argenters, 4 edificio 2 1ª planta  
08290 Cerdanyola del Vallés • Barcelona  
Tel.: 935 944 950

### SMITHKLINE BEECHAM

Costa Brava, 14  
28034 Madrid  
Tel.: 917 346 565  
Fax: 917 348 012

### SIGMA-ALDRICH QUÍMICA, S.A.

Apartado de Correos, 161  
Alcobendas 28100 Madrid  
Tel.: 916 619 977  
Fax: 916 619 642