



## EL GENOMA NO CODIFICANTE

*Los transposones,  
componentes esenciales  
y motores de la  
evolución de los  
genomas eucariotas*

*Los elementos móviles:  
ADN repetitivo relevante  
para la función,  
estructura y evolución de  
los genomas*

*Elementos  
transponibles en  
humanos y su impacto  
en el desarrollo de  
enfermedades*

*El Origami de la  
cromatina:  
organización  
estructural y  
regulación génica*



## Número 223 MARZO 2025

SEBBM es una publicación periódica de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular

© SEBBM. Los artículos y colaboraciones reflejan la opinión de sus autores y no necesariamente la opinión de la SEBBM. Se autoriza la reproducción del contenido, siempre que se cite la procedencia.

### Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular

C/ Ramiro de Maeztu, 9  
28040 Madrid  
Telf.: +34 681 916 770  
e-mail: sebbm@sebbm.es  
<http://www.sebbm.es>

**Directora:** Inmaculada Yruela Guerrero

**Directora adjunta:** María del Mar Orzáez

**Consejo editorial:** Antonio Ferrer Montiel, Isabel Varela Nieto, Vicente Rubio, Federico Mayor-Menéndez, Miguel Ángel de la Rosa, Ana M<sup>a</sup> Mata.

### SECCIONES:

#### Entrevista y Política

**científica:** Ismael Gaona Pérez

**Investigación:** Joaquim Ros

**Educación universitaria:** Ángel Herráez

**Reseñas de libros:** Juli Peretó

**Sociedad:** Carmen Aragón

**Empresas:** María Monsalve

**Coordinación del número 223:**

Crisanto Gutiérrez

**Diseño:** Filoestudio

**Depósito legal:** M-13490-2016

**ISSN:** 1696-4837

## TRIBUNA

- 04 **La semilla, transformación y presente de la SEBBM**  
Antonio Ferrer

## EDITORIAL

- 06 **Pensar la creatividad**  
Inmaculada Yruela Guerrero

## DOSIER CIENTÍFICO

- 08 **El genoma no codificante**  
Crisanto Gutiérrez
- 10 **Los transposones, componentes esenciales y motores de la evolución de los genomas eucariotas**  
Josep M. Casacuberta y Elena Casacuberta
- 16 **Los elementos móviles: ADN repetitivo relevante para la función, estructura y evolución de los genomas**  
Josefa González
- 22 **Elementos transponibles en humanos y su impacto en el desarrollo de enfermedades**  
Layla Díaz Portal y Bernardo Rodríguez Martín
- 28 **El Origami de la cromatina: organización estructural y regulación génica**  
Jorge Mañes García y Leonardo Beccari

## ENTREVISTA

- 34 **Jordi Camí**  
**Presidente del Comité Español de Ética de la Investigación**  
Ismael Gaona Pérez

## POLÍTICA CIENTÍFICA

- 40 **Ciencia, ética y estética: el equilibrio necesario en la investigación**  
Ismael Gaona Pérez

## A FONDO

- 46 **El modelo de investigación en el futuro de la Unión Europea**  
Alonso Rodríguez Navarro

## EDUCACIÓN CIENTÍFICA

- 52 **Es hora de llevar al aula la predicción del plegamiento de proteínas**  
Ángel Herráez
- 58 **Cinética hiperbólica y cinética sigmoide: la forma de la curva importa, ¡y mucho!**  
Vicente Rubio, Félix Goñi, Carlos Gancedo

## INVESTIGACIÓN

- 60 Joaquim Ros

## IN MEMORIAM

- 64 **Antonio Ballesteros Olmo (1940-2025)**
- 65 **Joan Guinovart (1947-2025)**
- 66 **Federico Mayor Zaragoza (1934-2024)**
- 68 **Eugenio Vilanova Gisbert (1948-2024)**

## SOCIEDAD

- 70 Noticias de actualidad de la SEBBM

## RESEÑA DE LIBROS

- 78 **Plantas que nos ayudan**  
Rosa Porcel

## PUBLIRREPORTAJES

- |    |                           |    |                         |
|----|---------------------------|----|-------------------------|
| 02 | <b>PHCbi</b>              | 63 | <b>NZYtech</b>          |
| 33 | <b>Controltecnica</b>     | 80 | <b>Dreamgenics</b>      |
| 39 | <b>MCE-MedChemExpress</b> | 82 | <b>PHCbi - LiCellMo</b> |
| 45 | <b>Certest</b>            |    |                         |



# JORDI CAMÍ

Presidente del  
Comité Español  
de Ética de la  
Investigación

Ismael Gaona Pérez / SEBBM

«

La etapa de doctorado  
es la más idónea para  
formar en valores éticos

«





**Jordi Camí es doctor en Medicina y catedrático en la Universidad Pompeu Fabra. Ha desarrollado su actividad académica entre la Universidad Autónoma de Barcelona y la Universidad Pompeu Fabra, en las que ha ocupado diferentes cargos (delegado del rector, decano y director de departamento). De 1985 a 2005 fue director del Instituto Municipal de Investigación Médica, y ha participado en la gestión de nuevos centros e impulsado infraestructuras de investigación como el PRBB. Ha sido impulsor y primer director de la Fundación Pasqual Maragall entre 2008 y 2020, y actualmente es vicepresidente. Su actividad científica se ha centrado durante más de 35 años en el campo de las neurociencias.**

**Profesor, ¿cómo ve la situación actual de la investigación en España? ¿Qué cree que hacemos bien y en qué deberíamos mejorar desde el punto de vista de la ética científica?**

Primero, quiero aclarar que responderé en relación con un concepto clave: la integridad científica. Este término incluye aspectos de la ética profesional, pero no abarca otros ámbitos éticos de la investigación, como la evaluación de si un proyecto es éticamente apropiado para investigación clínica o para el uso de animales. Es importante no confundir estos temas con los tratados en el campo de la integridad científica.

Todo este es un mundo -el de la ética de la investigación científica- que no lo tratamos en el campo de la integridad. Por ejemplo, el Comité Español de Ética de la Investigación tiene un nombre que, desde mi

punto de vista, puede llevar a confusión, ya que no se centra en los mismos aspectos que los comités éticos de las universidades o los que evalúan ensayos clínicos. De hecho, el Ministerio de Ciencia y Tecnología está apoyando un cambio de nombre, pasando a llamarse Comité de Integridad Científica de España, lo cual delimitará su ámbito de actuación a esta área específica.

Dicho esto, no es un problema exclusivo de España. Todo el sistema de ciencia y tecnología a nivel mundial enfrenta graves retos en cuanto a integridad. Por ejemplo, en el blog *Retraction Watch*, que sigue estos problemas, se notifican semanalmente entre ocho y diez nuevos casos de plagios, fraudes y otros tipos de malas prácticas científicas. España no es la excepción y también enfrenta este tipo de desafíos.

## Si tuviera que puntuar la ética en la comunidad investigadora española del 0 al 10, ¿qué nota le pondría?

No disponemos de datos concretos para establecer una puntuación precisa. Sin embargo, sabemos que hay problemas. Por ejemplo, España está entre los países con mayor número de autores que publican en revistas depredadoras. Además, hemos tenido casos relevantes de integridad científica, como el conflicto de filiaciones con universidades saudíes, que ya ha sido resuelto.

## En una entrevista con El País en noviembre de 2024, comentó que la autonomía universitaria debería tener ciertos límites. ¿Qué problemas pueden surgir si esa autonomía no está bien regulada?

Es necesario contextualizar este tema. Si surge un conflicto de integridad que involucra a alguien en una posición de responsabilidad, como un rector o vicerrector ¿quién tiene la autoridad para intervenir? Esto no está claramente regulado, y ahí es donde yo creo que la autonomía universitaria debería tener ciertos límites.

No se trata de restringir la autonomía en su conjunto, sino de garantizar mecanismos externos transparentes que puedan actuar en situaciones críticas. Esto no significa que no confiemos en las universidades, sino que necesitamos un sistema que sea transparente y objetivo, incluso en los casos más delicados. En otros países, existen agencias independientes que supervisan estos conflictos. En España, dependemos principalmente de la autorregulación, que en la mayoría de los casos funciona, pero no siempre es suficiente.

## ¿Cree que estos problemas son casos aislados o reflejan cuestiones más profundas? ¿Qué se podría hacer para recuperar la confianza de la sociedad?

Los retos éticos en el ámbito científico no sólo surgen por conductas individuales, sino también por la evolución del sistema, que no siempre prevé ciertas prácticas problemáticas. Un ejemplo paradigmático de un desafío reciente es el tema de las filiaciones científicas, que hasta ahora no había sido suficientemente reflexionado ni regulado en los códigos de buenas prácticas científicas, como el desarrollado por ALLEA, la red de academias europeas. Este documento, aunque valioso, no aborda de forma específica la necesidad de ser riguroso con las filiaciones, un aspecto crítico que plantea problemas éticos y de integridad.

En la práctica, siempre ha habido casos de manipulación de datos, currículos inflados de manera artificial y otros tipos de trampas que, aunque en ocasiones son detectados, no siempre salen a la luz. Esto revela una debilidad estructural en el sistema científico,

particularmente si consideramos uno de sus productos principales: las publicaciones. Un alto porcentaje de estas publicaciones no recibe atención ni seguimiento en el ámbito global, y solo una minoría es contrastada y validada por terceros.

El sistema actual, además, permite la proliferación de publicaciones científicas de escaso valor, que pasan inadvertidas y se integran en métricas que no reflejan el impacto real del trabajo. Lo preocupante es que este tipo de comportamiento suele coincidir con perfiles que presentan currículums extraordinarios, algunos de los cuales pueden ser legítimos en el caso de figuras creativas y excepcionales, pero otros levantan sospechas debido a la falta de solidez en sus resultados.

Esto subraya la necesidad urgente de fortalecer los mecanismos de control y reflexión ética, para garantizar que el sistema no solo premie la cantidad, sino la calidad y la integridad del trabajo científico. Además, es fundamental desarrollar herramientas para detectar y prevenir estos comportamientos antes de que afecten la credibilidad y la sostenibilidad de la ciencia como institución.

## En el contexto actual de "publicar o perecer", ¿cómo afecta esta presión a la ética en la investigación? ¿Qué cambios harían falta para mejorar esta situación?

La presión por publicar es un problema grave que ha empeorado con el tiempo, especialmente desde que se comenzó a dar mucha importancia a los indicadores bibliométricos. Esta presión se manifiesta cuando los investigadores compiten por obtener promociones profesionales o para recibir ayudas de investigación. La cantidad de trabajos publicados es un factor clave, pero más recientemente se ha añadido la influencia de los índices de impacto, el índice h y el número de citas recibidas. Estos indicadores han llevado a una competencia feroz que, en ocasiones, promueve malas prácticas, todo con el fin de mejorar la posición de las instituciones en los *ranking* internacionales. Esta situación ha empeorado la calidad de la investigación, ya que en algunos casos se prioriza la cantidad sobre la calidad de las publicaciones.

Ya en el año 1997 propuse cambiar radicalmente la forma en que se evalúan los currículums en el ámbito académico y en las solicitudes de ayudas de investigación (*Impactolatría: diagnóstico y tratamiento*). Es necesario que se revise solo una selección de trabajos, en lugar de evaluar todo el historial de publicaciones de un investigador. Algunas organizaciones ya están implementando esta idea, pero yo añadiría un nuevo requisito: eliminar la posibilidad de entregar un currículum bibliográfico completo, que suele incluir una lista interminable de publicaciones. Solo permitiendo una selección cuidada de los

trabajos más relevantes se desincentivaría el comportamiento fraudulento, que en algunos casos es excesivamente obvio.

### **Un ejemplo relevante de esto es lo que ocurrió en los años 80 en la Harvard Medical School.**

Un médico clínico muy reconocido, Eugene Braunwald, que era coordinador del célebre tratado médico *Harrison's Principles of Internal Medicine*, acumuló en su CV docenas de trabajos realizados por un cardiólogo colaborador suyo, John Darsee, unos trabajos que luego se demostró que estaban íntegramente inventados. En esa época, no se revisaban los trabajos de los colaboradores, y el jefe firmaba todo. El fraude que se descubrió en 1981 tuvo un impacto tan grande que motivó a la *Harvard Medical School* a revisar sus procesos de evaluación. A partir de ese momento, la institución decidió exigir que, en las promociones a profesor asociado o a catedrático, solamente se presentara una selec-

ción de cinco a diez trabajos de todas las publicaciones del autor. Esta catástrofe fue la causa de un cambio conceptual en la manera en que se manejan las promociones y se evalúan los currículums en el ámbito académico.

### **¿Cómo se puede incluir la ética en la rendición de cuentas de las universidades y centros de investigación?**

Estamos hablando de valores, más que de normativa. Por ejemplo, España ha regulado temas clave, como los ensayos clínicos en seres humanos y el uso de animales en experimentación, lo que fue un gran avance. Sin embargo, la ética profesional de quien hace ciencia es difícil de regular, porque se trata de valores que deben enseñarse y ejemplarizarse. Y aquí son importantes dos aspectos. Por un lado, la etapa de doctorado, que considero la más idónea para formar en valores e integridad científica. Durante los últimos 20 años, hemos trabajado en este enfoque. Y, de otro lado, la ejemplaridad. El comportamiento





ético del jefe de grupo o líder de laboratorio es clave. Si el líder es riguroso y fomenta la formación ética de los investigadores, esto influye positivamente. Por el contrario, si el líder tolera trampas, da un mal ejemplo y afecta la cultura ética del grupo. La ejemplaridad es un antes y un después en la formación.

## **En 2023, se creó el Comité Español de Ética de la Investigación tras más de una década de espera. ¿Qué retos tiene por delante?**

El principal reto del Comité es promover buenas prácticas científicas. Su vocación no es inspectora ni sancionadora ante supuestas irregularidades. Nació con el propósito de contribuir, formar, ayudar y fomentar que los cambios en la comunidad científica sean positivos. Por supuesto, también atendemos consultas, siempre que estén fundamentadas. En Europa, la mayoría de los países funcionan bajo este esquema. Por ejemplo, en algunos países como Holanda, el Comité Nacional puede estar presidido por un juez, lo que define un modelo más formal y jurídico. En Estados Unidos, la Oficina de Integridad Científica depende del Senado y tiene competencias inspectoras y sancionadoras.

## **Con el auge de tecnologías como la Inteligencia artificial, ¿qué retos éticos ve en este nuevo escenario?**

Con la Inteligencia artificial, los retos éticos se multiplican en este nuevo escenario. Desde nuestra perspectiva, hemos emitido tres recomendaciones clave, además de comunicados sobre casos mediáticos. El concepto de "recomendación" se traduce en textos cortos y directos que sirven como referencia para la comunidad científica.

La más reciente aborda la gestión de conflictos de integridad. Si bien en España muchas instituciones han desarrollado códigos de buenas prácticas científicas, esto no es suficiente. Es un paso necesario, pero es crucial apoyar a los centros para que entiendan que, ante un conflicto de integridad, deben actuar con la mayor transparencia y cuidado. Cuando se producen denuncias, es fundamental proteger a ambas partes, ya que quienes se atreven a exponer irregularidades suelen enfrentarse a consecuencias personales muy serias.

Las dos restantes están relacionadas con las filiaciones científicas (emitida en julio de 2023 a petición de la ministra), y que surgió tras los casos polémicos relacionados con filiaciones académicas en universidades saudíes. Y la última, con la Inteligencia artificial, un tema más complejo que se centró en formular ideas y directrices éticas para científicos que desarrollan algoritmos avanzados. Este documento enfatiza

la responsabilidad profesional en el diseño y uso de la Inteligencia artificial, instando a los investigadores a priorizar principios éticos en su trabajo.

Nuestro objetivo no solo es aportar claridad en estos temas, sino también fortalecer la confianza en la comunidad científica, fomentando un entorno donde la ética sea parte integral del avance tecnológico y del conocimiento.

## **¿Cómo puede ayudar la ciencia abierta a reforzar la ética en la investigación?**

La ciencia abierta contribuye porque expone más. Pasa de ser un mundo cerrado, entre las paredes de los laboratorios, a compartir su conocimiento con la sociedad. Una característica propia de la integridad científica es que, a medida que la sociedad evoluciona, exige conocer las consecuencias de lo que hace la comunidad científica. Los científicos no son superiores al resto de los mortales y, como en todos los colectivos, pueden existir casos de conductas inapropiadas. La ciencia abierta aumenta la exigencia y el escrutinio. Además, aunque determinados sectores de la ciencia, como aquellos enfocados a la innovación, son los principales beneficiarios de este modelo, su alcance puede extenderse para fortalecer la transparencia y la confianza pública.

## **Por último, una cuestión más personal (como aficionado a la magia). En su libro *El cerebro ilusionista* (RBA), explica cómo los magos aprovechan las limitaciones del cerebro para crear ilusiones sorprendentes. ¿Qué nos dicen esas ilusiones mágicas sobre cómo el cerebro interpreta el mundo?**

La percepción de la realidad es un tema clave en la cognición. Evolutivamente, el cerebro humano ha aprendido a gestionar la realidad de forma eficiente, interpretándola con muy poca información. Hemos desarrollado la capacidad de anticiparnos porque el procesamiento completo de la realidad es lento, y el cerebro utiliza estrategias para llenar esos vacíos. A veces estas estrategias nos llevan a errores, pero en general nos permiten adaptarnos y sobrevivir.

La magia, cuyos efectos aparentan ir en contra de las leyes de la naturaleza, es un arte que explota estas estrategias cognitivas. Los magos, de manera empírica, han aprendido a "hackear" el cerebro, construyendo una realidad paralela, lógica y consistente, para que el desenlace nos sorprenda, por imposible. Es interesante cómo la magia revela las estrategias que el cerebro utiliza para interpretar el mundo, por este motivo, consideramos a la magia como una suerte de caja de herramientas que nos permite estudiar con nuevas estrategias cómo funciona el cerebro.