

tarias (FIS),<sup>3</sup> con el que el Ministerio de Sanidad complementa la investigación biomédica. Desde un primer momento, y gracias a la sintonía con el director del FIS, el Dr. José Ramón Ricoy, se coordinan esfuerzos con la ANEP.

En 1989, Roberto Fernández de Caleyá organiza, con la ayuda del profesor Pedro Pascual, la Comisión Nacional Evaluadora de la Actividad Investigadora (CNEAI), que realiza una evaluación de las contribuciones científicas de los investigadores que trabajan como funcionarios en la Universidad, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, y otros entes públicos. Esas evaluaciones se realizan cada 6 años (los *tramos* de investigación) y el éxito en las mismas conlleva una pequeña mejora salarial. Tras una cierta oposición inicial, el sistema de tramos de investigación (coloquialmente, los *gallifantes*) acaba instaurándose con una aceptación generalizada y constituye un elemento didáctico que educa en el aprecio y valoración de la actividad investigadora.

En el período entre 1990 y 1995, Roberto Fernández de Caleyá es nombrado director general de Investigación

Científica y Técnica y continúa, desde su puesto, apoyando el desarrollo de la investigación científica. Tras una etapa inicial con grandes mejoras, Roberto considera que el apoyo a la investigación científica se está estancando; que la inversión en investigación y desarrollo, que había crecido espectacularmente acercándose a la Europea hasta 1994, ha dejado de crecer; son los *años perdidos*.<sup>2,4,5</sup> Consecuente con sus principios, Roberto presenta su dimisión en 1995. Recuerdo perfectamente el acto de despedida, celebrado en el Salón de Actos del CSIC, abarrotado de personas y de afecto. Pérez Rubalcaba, que ocupaba entonces un alto cargo en el Ministerio, envió un telegrama que decía: «Roberto, espero que nos veamos de nuevo pronto. Si no es por que vuelves tú, por que salgamos nosotros». Pero Roberto no volvió a entrar en la política. Fue director del Museo Nacional de Ciencias Naturales en 1996 y 1997, y luego regresó a su cátedra en la Universidad Complutense de Madrid hasta su muerte en 2004.

Roberto Fernández de Caleyá acometió acciones lúcidas y valientes, que cambiaron la historia de la investigación científica en España. Merece por ello

nuestro afecto y nuestro recuerdo. Gracias Roberto, por crear ilusión. #

Javier García-Sancho

CATEDRÁTICO DE FISIOLÓGIA DE LA  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
FUE COORDINADOR DE FISIOLÓGIA Y  
FARMACOLOGÍA DE LA ANEP

### Bibliografía

- 1 Fernández de Caleyá R.: Los comienzos de la evaluación científica en España. *Quark, Ciencia, Medicina, Comunicación y Cultura* 2001; 22-23: 26-8.
- 2 Fernández de Caleyá R.: *De churras y de merinas: ¿biodiversidad en la ingeniería?* Discurso de ingreso en la Real Academia de Ingeniería, 2001.
- 3 Ricoy J.R.: Del nacimiento del FIS a la consolidación de un sistema de investigación sanitaria. *Quark, Ciencia, Medicina, Comunicación y Cultura* 2001; 22-23: 33-6.
- 4 Lafuente A., Oro L.A.: El sistema español de ciencia y tecnología, diez años después. *Papeles y Memorias de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas* 2001; 9: 48-61.
- 5 Pascual P.: Ha desaparecido la ilusión. *Boletín de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular* 2001; 131: 4-5.

## Émile Zuckerkandl, autor de la teoría del reloj molecular y pionero del estudio de la evolución molecular

(4 de julio 1922 – 9 de noviembre 2013)

A finales del año pasado falleció Émile Zuckerkandl, una de las figuras fundamentales en los inicios de la investigación de la evolución a nivel molecular. Cuando hace 10 años revisamos cuáles eran en nuestra opinión las ideas más influyentes en el origen de la bioinformática, el concepto de reloj molecular, que Émile Zuckerkandl propuso en 1962, fue la que consideramos a la cabeza de esa clasificación. Desde entonces la relectura de algunas de las publicaciones de Émile durante su *década prodigiosa, 1962-1972* suponen un reencuentro con un lenguaje sorprendentemente próximo en el que Émile desgrana uno por uno los grandes temas que aún nos ocupan.

En esas publicaciones, planteó conceptos como el alineamiento y comparación de secuencias, la definición de regiones conservadas en una familia de secuencias, la importancia de las tasas de sustitución, la incidencia de los reemplazamientos múltiples, la importancia de las diferencias entre las secuencias de isoformas para su función específica, o el concepto de covariación.

Émile también fue el primer defensor del uso de moléculas biológicas en el estudio del origen de la vida, construyendo las bases de la filogenia molecular. En estos tiempos inciertos, es satisfactorio ver cómo un concepto científico básico tiene capacidad para transformar el discurso científico, como en este caso el papel de la selección en la evolución en la controversia entre neutralismo y selecciónismo, y también estar detrás de aplicaciones prácticas, como por ejemplo, el análisis de la competición entre líneas celulares en la progresión de tumores.

La figura de Émile es atractiva tanto como protagonista de la creación de un campo científico y fundador de la primera revista (*Journal of Molecular Evolution*), como por una cierta aureola de postergación. Es bien posible que su contribución intelectual haya sido ensombrecida tanto por su proximidad a Linus Pauling, como por su dedicación a tareas administrativas primero en Montpellier en los años sesenta y posteriormente en el Linus Pauling Institute.

En cualquier caso parece ahora claramente establecido que Émile desarrolló la idea del *reloj molecular* de modo completamente independiente, en una época en la que Pauling estaba dedicado a la lucha contra la proliferación de las armas nucleares, que le valió su segundo premio Nobel. Parece históricamente posible que en vez de Pauling, Walter A. Schroeder hubiera sido el coautor de los primeros trabajos sobre el reloj molecular, de no habérselo impedido sus creencias religiosas. De hecho, es en su laboratorio de Caltech donde en los años sesenta Émile comenzó a interesarse por la comparación de secuencias de distintos organismos

En cualquier caso parece ahora claramente establecido que Émile desarrolló la idea del *reloj molecular* de modo completamente independiente, en una época en la que Pauling estaba dedicado a la lucha contra la proliferación de las armas nucleares, que le valió su segundo premio Nobel. Parece históricamente posible que en vez de Pauling, Walter A. Schroeder hubiera sido el coautor de los primeros trabajos sobre el reloj molecular, de no habérselo impedido sus creencias religiosas. De hecho, es en su laboratorio de Caltech donde en los años sesenta Émile comenzó a interesarse por la comparación de secuencias de distintos organismos

utilizando inicialmente fragmentos proteolíticos de hemoglobina separados por cromatografía y posteriormente las primeras secuencias de hemoglobina y citocromo C. Basándose en estas observaciones, durante una de sus frecuentes estancias en el Marine Laboratory en Woods Hole, Émile descubrió el paralelismo entre la divergencia en secuencias y la propia divergencia de las especies. Una idea-fuerza a partir de la cual propuso la existencia del patrón de cambio persistente, al que más tarde denominó *reloj molecular*. El concepto inicial fue ajustado posteriormente para tener en cuenta las diferencias en la velocidad de cambio de distintas proteínas y entre regiones de una misma proteína. Aunque Émile consideró el reloj molecular como la interpretación lógica de la divergencia entre especies a escala molecular, lo cierto es que sus publicaciones supusieron una discontinuidad argumental en el curso de la biología, hasta el punto que el propio Pauling calificó de «oportunidad para decir algo escandaloso» su primera publicación sobre este tema (*Molecular disease, evolution and genetic heterogeneity*, publicado en una conferencia en honor al fisiólogo Albert Szent-Györgyi).

Continuar su trabajo, estudiando cómo opera la evolución a escala molecular y defendiendo públicamente la enseñanza de la teoría de la evolución, como él mismo hizo, es la mejor forma de honrar la memoria de Émile Zuckerkandl. #

**Alfonso Valencia**

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES  
ONCOLÓGICAS (CNIO)  
MADRID

**Lecturas adicionales sobre la vida y obra de Émile Zuckerkandl**

<http://paulingblog.wordpress.com/tag/emile-zuckerkandl/>

Zuckerkandl E.: Fifty-year old and still ticking... an interview with Emile Zuckerkandl on the 50th anniversary of the molecular clock. Interview by Giacomo Bernardi. *J Mol Evol* 2012; 74: 233-6.

**Tres publicaciones clave de Émile Zuckerkandl**

Zuckerkandl E., Pauling L.B.: Molecular disease, evolution, and genetic heterogeneity. En: Kasha M., Pullman B. (eds.): *Horizons in Biochemistry*. Nueva York: Academic Press, 1962: 189-225.

Zuckerkandl E., Pauling L.: (1965) Evolutionary divergent and convergence in proteins. En: Bryson V., Vogel H.J. (eds.): *Evolving Genes and Proteins*. Nueva York: Academic Press, 1965: 97-166.

Zuckerkandl E., Pauling L.: Molecules as documents of evolutionary history. *J Theor Biol* 1965; 8: 357-66.

## La exposición «Moléculas de la Vida» viaja a Sevilla

Tras su paso por el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, «Moléculas de la Vida» viaja al Museo Casa de la Ciencia de Sevilla, donde permanecerá expuesta hasta el 24 de agosto.

«Moléculas de la Vida» es una exposición temporal e itinerante, creada en el marco del 50 aniversario de la SEBBM, que plantea un recorrido interactivo por las moléculas básicas que componen las células del organismo, favorecen la salud y participan de nuestra vida diaria. Entre los protagonistas de la exposición se encuentran la molécula del DNA, depositaria de la información genética, la molécula del agua (H<sub>2</sub>O), componente del 80 % del cuerpo humano, y la glucosa, fuente principal de energía para el organismo. Los visitantes también pueden aproximarse a otras moléculas que, sin formar parte del cuerpo humano, juegan un papel importante en nuestra vida cotidiana, como el índigo, que aporta el color azul a los pantalones vaqueros, y la celulosa, empleada en la fabricación de papel, tejidos, celuloide y explosivos, entre otras aplicaciones.

Entre septiembre de 2013 y enero de 2014, período en que «Moléculas de la Vida» estuvo expuesta en Madrid, el Museo Nacional de Ciencias Naturales recibió más de 75 000 visitas, un 10 % más que en meses anteriores. En Sevilla

confiamos repetir el éxito de afluencia. Para ello, y como complemento a la exposición, la Casa de la Ciencia ha organizado visitas guiadas de martes a domingo para público general y educativo, además de un taller, «Descubre tu ADN», a través del cual los participantes pueden aislar su DNA a partir de las células contenidas en su boca, y llevarse a casa la muestra en un pequeño recipiente. Este taller se realizará los viernes, sábados y domingos (más información: [www.casadelaciencia.csic.es/talleres](http://www.casadelaciencia.csic.es/talleres)).

Tras exponerse en Sevilla, la muestra viajará a Granada en septiembre de 2014, coincidiendo con la celebración del Congreso anual de la SEBBM. Allí permanecerá hasta mayo de 2015, para trasladarse después al Museo Domus de A Coruña, que la acogerá hasta finales de ese año.

La exposición ha contado con la financiación de la Convocatoria de Ayudas para el fomento de la Cultura Científica y de la Innovación de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), el apoyo de las empresas Zeltia, Merck Sharpe and Dohme, Grifols y Bio-Rad, y la colaboración especial de RNE.

## «50 años, 50 moléculas» en A hombros de gigantes

El programa *A hombros de gigantes*, de RNE, incluye desde hace meses un espacio en el que se presentan y explican en detalle qué son y para qué sirven las 50 moléculas preseleccionadas para la exposición. Los *podcasts*, conducidos por el Dr. Álvaro Martínez del Pozo, se encuentran disponibles entrando en: <http://www.sebbm.es>.

También pueden consultarse las explicaciones e imágenes de estas molé-

culas en el apartado «50 años, 50 moléculas» de la web de la SEBBM; a través de esta sección, los visitantes han podido votar por sus molécula(s) favorita(s) durante todo 2013.