

Encuentros en la **b**iología



¿Comunicación en virus?

Cambio climático y
especialización en mamíferos

Ramón y Cajal: literatura de
ficción científica

Vol XII | No 168
VERANO | 2019

ENCUENTROS EN LA BIOLOGÍA
Revista de divulgación científica
Indexada en *Dialnet*

Entidad editora:

Universidad de Málaga. EDITADA CON LA COLABORACIÓN DE LA UNIDAD DE IGUALDAD DE GÉNERO DE LA UMA, DEL INSTITUTO DE HORTOFRUTICULTURA SUBTROPICAL Y MEDITERRÁNEA "LA MAYORA" (IHSM-UMA-CSIC) Y EL DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS

Depósito legal: MA-1.133/94
ISSN (versión electrónica): 2254-0296
ISSN (versión impresa): 1134-8496

Periodicidad:

4 NÚMEROS ORDINARIOS (TRIMESTRALES) Y AL MENOS
1 NÚMERO EXTRAORDINARIO MONOGRÁFICO AL AÑO

Correspondencia a:

JUAN ANTONIO PÉREZ CLAROS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
29071 - MÁLAGA
ENCUENTROSENLABIOLOGIA@UMA.ES

EQUIPO EDITORIAL

COEDITORES

- Juan A. Pérez Claros
johnny@uma.es
Paleontología
Encuentros con las novedades.
- Ana Grande Pérez
agrande@uma.es
Genética-virología,
Patogénesis virales.
Jóvenes científicos

COMITÉ EDITORIAL EJECUTIVO

- Antonio Diéguez
dieguez@uma.es
Filosofía de la ciencia
A debate, recensiones
- Beatriz Martínez Poveda
bmpoveda@uma.es
Biología molecular del
cáncer y enfermedades
cardiovasculares
- Enrique Viguera
eviguera@uma.es
Genética y genómica
Eventos especiales
- Francisco José Villena
francis.villena@icloud.com
Jóvenes científicos
- José M^a Pérez Pomares
jmperezp@uma.es

Biología del desarrollo y
cardiovascular
Entrevistas

- M. Gonzalo Claros
claros@uma.es
Bioquímica, biología
molecular y
bioinformática.
*Escribir bien no cuesta
trabajo*
- Miguel Á. Medina
Torres
medina@uma.es
Biología molecular y de
sistemas, biofísica y
bioquímica
Monitor
- Ramón Muñoz-Chápuli
chapuli@uma.es
Biología del desarrollo y
cardiovascular
*Coordinación de la
edición electrónica, foros
de la ciencia*
- Elena Rojano Rivera
elenarojano@uma.es
Bioinformática y
biología de sistemas.
Maquetación

COMITÉ EDITORIAL ASOCIADO

- Belén Delgado Martín
belendm@uma.es
Bioquímica y Biología
Molecular. *Maquetación*

- Jesús Olivero
jesusolivero@uma.es
Zoogeografía y
biodiversidad animal
- José Carlos Dávila
davila@uma.es
Biología celular y
neurobiología
- Juan Antonio Guadix
Dominguez
jaguadix@uma.es
Desarrollo embrionario,
diferenciación celular y
biología de células
madre
- Juan Carlos Codina
jccodina@uma.es
Microbiología,
educación secundaria
- Luis Díaz Martínez
luisdiaz@uma.es
Biotecnología y
bioinformática
- Luis Rodríguez Caso
caso@eelm.csic.es
Técnicas de laboratorio
- Margarita Pérez Martín
marper@uma.es
Fisiología animal,
neurogénesis
- María Rosa López
Ramírez
mrlopez@uma.es
Química física,

astronomía

- Raúl Montañez
Martínez
raulmm@gmail.com
Biología sintética y de
sistemas
- Rafael Antonio Cañas
Pendon
rcanas@uma.es
Biología Molecular de
plantas
- A. Victoria de Andrés
Fernández
deandres@uma.es
Biología animal aplicada
*Directora de Ciencia
Sin Límites*
- Silvana Teresa Tapia
Paniagua
stapia@uma.es
Microbiota y probióticos.
Maquetación
- Héctor Valverde Pareja
hvalverde@uma.es
Biología evolutiva
molecular
Maquetación y difusión

COMITÉ EDITORIAL DE HONOR

- Esteban Domingo
edomingo@cbm.uam.es
Evolución de virus
- Gonzalo Álvarez Jurado
g.alvarez@usc.es
Genética

La portada



Autora: Paula Martín Rodríguez.
Mención especial del I Concurso de Ilustración Científica
2019, Universidad de Málaga.

Comentario de la autora:

Realicé este dibujo durante las clases de acuarela que recibí en el Postgrado de Ilustración Científica de la UPV/EHU. En este ejercicio puse especial interés pues la acuarela es una de mis técnicas favoritas y las aves uno de los sujetos que más me interesan. El estudio previo al dibujo lo hice con un ejemplar de camachuelo común (*Phyrrula phyrula*) disecado que cedió el Hontza Museoa para este trabajo en concreto, y con información e imágenes de ejemplares vivos que fui recabando en otros medios.

Con este dibujo pretendo ilustrar el modelo ideal de esta especie de ave así como dotar al dibujo de un grado de viveza. Para mí era fundamental que el dibujo no fuera solo una copia de un ejemplar sin vida, sino que pudiera captar también la esencia de un pájaro vivo. Para ello puse un cuidado especial en el ojo, pues es uno de los detalles esenciales a la hora de «dar vida» a un estudio de un animal. Otro elemento clave es el tronco que sirve de apoyo para el ave, sin restarle protagonismo al camachuelo, es un apoyo gráfico en la composición y le otorga mayor veracidad a la imagen.

Dada la gran acogida que tuvo este dibujo por parte de aquellos que lo habían visto, decidí presentarlo al I Concurso de Ilustración Científica de la Universidad de Málaga, teniendo la satisfacción de que me fuera concedida una de las tres menciones especiales de este certamen.

Índice

Editorial	3
La imagen comentada	4
¿Comunicación en virus?	6
Cambio climático y especialización creciente en mamíferos	8
Santiago Ramón y Cajal y la literatura de ficción científica	11
Escribir bien no cuesta trabajo: Los plurales de nuestras vidas	16

Editorial

Fieles a nuestro compromiso, aquí os presentamos en el último día del verano, el número correspondiente de nuestra revista.

Septiembre es un mes de exámenes y representa para muchos alumnos la meta a superar tras un verano de estudio. No podemos dejar de lado este hecho sin dedicarle unas palabras, dado nuestro compromiso con los estudiantes, contribuyentes y lectores de los contenidos de *Encuentros*. Desde aquí deseamos que los conocimientos adquiridos en la pausa veraniega lleven a buen puerto a todos aquellos que han dedicado su tiempo a aumentarlos y mejorarlos para pasar dichas pruebas. Quizás los contenidos de algunos de nuestros artículos os ayuden (u os hayan ayudado ya) a ello.

Otros, sin obligaciones tan perentorias, también se han puesto en marcha en este mes para atender los mil asuntos que la vuelta del estío requiere, tanto en el terreno académico como en el investigador. Os deseamos también desde el comité editorial una buena entrada al curso académico.

La divulgación científica en Biología como en cualquier otra disciplina, fuera de un marco estrictamente formal, aúna los dos campos en los que se despliega nuestra labor: el académico y el investigador. El avance del conocimiento solo es posible en tanto que se comparten dichos conocimientos. No hay que dar ninguna explicación de la sed de nuevos conocimientos de la especie humana, está en nuestra naturaleza, como ya señaló Aristóteles. Pero los conocimientos requieren

de otros conocimientos para su comprensión, pues son tantos y variados los aspectos concretos en los que se mueve la Biología, que es materialmente imposible cubrir siquiera una pequeña parte sin la ayuda de aquellos que los despojan de tecnicismos, los contextualizan y los hacen accesibles a los no especialistas.

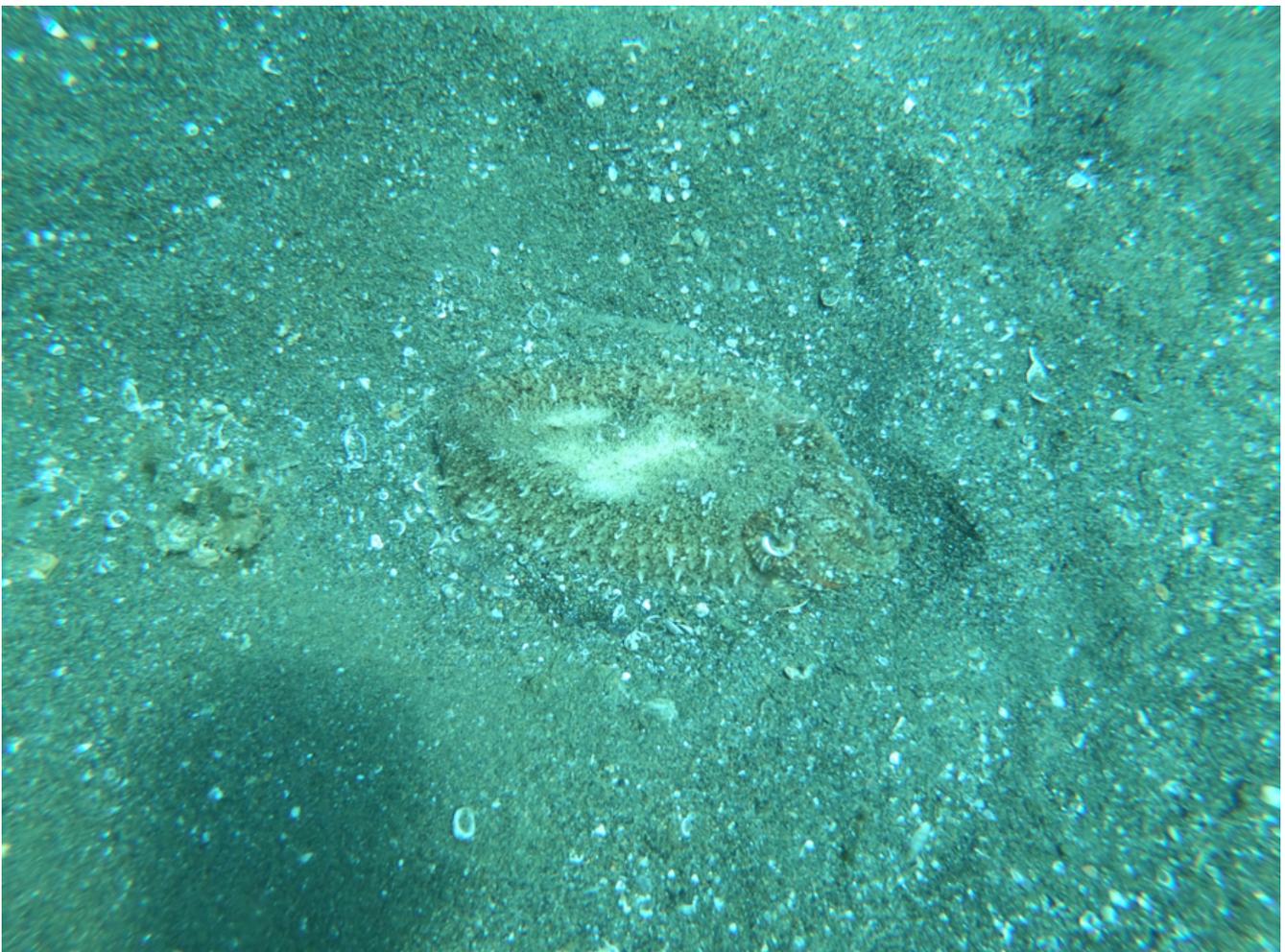
Pero, querido lector, la materialización de *Encuentros* no quedaría completa sin la estimable aportación de aquellos que tan sólo quieren compartir algo a través de nuestra revista porque simplemente les parece

motivador: un dibujo de un animal, una foto de un ser vivo, un comentario sobre una especie exótica o incluso una vivencia.

Desde aquí os damos la bienvenida a todos y os animamos a que mandéis vuestro granito de arena al mortero con el que pretendemos que se siga construyendo *Encuentros*: el techo donde acoger a todos los amantes de la Biología.

eb

La imagen comentada



Crédito de la imagen: Julia García de Andrés.
Imagen tomada con cámara GoPro Hero7 Black dotada con objetivo ojo de pez.

LO QUE SE ESCONDE EN LO QUE EL MAR ESCONDE

Aunque cueste trabajo encontrarla a un primer golpe de vista, estamos ante la imagen de una jibia (lo que el resto de España, excepto en Málaga, se denomina sepia) perfectamente mimetizada con el fondo marino. A esta

capacidad de un organismo para pasar desapercibido mediante la adopción de un color, un patrón de librea, un comportamiento y/o una forma disruptiva que le permite camuflarse con el entorno circundante, se le

denomina cripsis. El fenómeno críptico, tan común en los cefalópodos, es una estrategia que la evolución selecciona en muchos filos animales por dotar a la especie de una útil ventaja que se manifiesta en una doble vertiente. Por una parte, permite al individuo pasar desapercibido frente a un depredador potencial al ser confundido con el paisaje envolvente. Por otra parte, no menos interesante, la semejanza con el entorno le permite acercarse a su presa sin ser detectado hasta el momento en que decide desplegar rápidamente su movimiento depredador. En el caso de esta especie, *Sepia officinalis* aprovecha ambas circunstancias por igual pues consigue pasar completamente inadvertido ante sus depredadores naturales (tiburones, delfines, grandes peces, focas e, incluso, otros cefalópodos) a la vez que atrae a presas potenciales que, confiadamente, se acercan a ella sin advertir la situación de peligro inminente. En este caso, ha tenido suerte porque la buceadora, bastante experimentada como para no ser engañada por esta llamativa estratagema, estaba dotada como única arma de una cámara.

La cripsis es practicada por la mayoría de los principales filos de animales. Así, además de en cefalópodos (como el pulpo o la jibia), es frecuente en peces, reptiles,

mamíferos, aves o, muy especialmente, en el mundo de los insectos. Relacionado con este concepto, se describe el aposematismo como el fenómeno opuesto, consistente en la alerta que manifiesta un animal sobre los peligros de su presencia mediante una coloración llamativa que es entendida por el resto como una advertencia. Esta circunstancia es aprovechada por otros animales que, sin ser peligrosos, se asemejan a la morfología del que sí lo es, provocando la misma alerta que en el caso del pernicioso. Es lo que se define como mimetismo. Así hay moscas que se parecen a avispa o culebras no venenosas muy similares a otras dotadas de mordeduras letales.

Dado que los animales crípticos tienden a ser pasados por alto en los estudios de biodiversidad y evaluación de riesgos ecológicos, los investigadores han desarrollado métodos especiales para estudiarlos, incluidas las técnicas de biotelemedicina como el rastreo por radio, el marcado y la recaptura.

Victoria de Andrés (bióloga especialista en análisis clínicos y profesora titular de biología animal en la Universidad de Málaga)

deandres@uma.es

¿SE COMUNICAN LOS VIRUS?

ARE THE VIRUSES COMMUNICATED?

por JUAN J. BORREGO

DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGÍA. FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

JJBORREGO@UMA.ES

Palabras clave: Sistema arbitrium, bacteriófagos, comunicación, lisogenia

Enviado: 20/06/2019

Keywords: Arbitrium system, bacteriophages, communications, lysogenic cycle

Aceptado: 29/07/2019

En 2017 investigadores israelíes demostraron que algunos virus bacterianos, denominados bacteriófagos o simplemente fagos, mostraban una colaboración para desarrollar un proceso de «toma de decisión». En este caso, la comunicación intracelular se produce por un péptido vírico, denominado *arbitrium*, y además, están implicados dos péptidos más, un receptor intracelular y un regulador negativo. El sistema *arbitrium* representa un elegante mecanismo para que una partícula fágica estime la cantidad de progenie vírica de un previo proceso infectivo y así poder decidir si produce un ciclo lítico o lisogénico en la célula hospedadora. La comunicación intracelular entre virus no ha sido descrita previamente, y este estudio aclara mecanismos de replicación vírica desconocidos hasta ahora.

In 2017, several israeli virologists have demonstrated that bacterium-targeting viruses, known as bacteriophages or phages, showed a collaborative aspect to a developmental decision-making process. In this case, intercellular communication occurs through the use of a viral peptide, named arbitrium and, in addition, two gene-products are involved, an intracellular-receptor and a negative regulator. The arbitrium system provides an elegant mechanism for a phage particle to estimate the amount of recent previous infections and hence decide whether to employ the lytic or lysogenic cycle. Intercellular molecular communication between viruses had not been observed before, and the study described here illuminates a previously unknown mechanism of viral action.

En los primeros estudios realizados sobre bacteriófagos en 1940, un modelo experimental adoptado por los Premios Nobel, Max Delbrück (1906-1981) y Salvatore Luria (1912-1991), ya se advertía que una infección viral podía aparecer espontáneamente en células bacterianas en apariencia no infectadas. Estas células se denominaron lisogénicas por su capacidad, en determinado momento, de generar un ciclo de lisis celular que se extiende a las células vecinas. Se descubrió que la lisogenia era debido a la capacidad de ciertos virus bacterianos (bacteriófagos moderados o atemperados) de establecer una relación duradera con la célula hospedadora (ciclo lisogénico) y permanecer latente durante muchas generaciones celulares antes de iniciar un ciclo de replicación productiva. Los descubrimientos sobre lisogenia fueron realizados por también el premio Nobel André Lwoff (1902-1994), quien irradió cultivos bacterianos lisogenizados con luz ultravioleta, consiguiendo la lisis completa de las bacterias del cultivo por inducción del fago integrado^[1].

El ciclo lisogénico, se caracteriza por presentar dos fases idénticas al del ciclo lítico, la fase de adsorción y la fase de penetración. En la fase de eclipse, el ácido nucleico viral (ADN bicatenario) se recombina con el ADN bacteriano y permanece inactivo o «silencioso». Esta forma viral se denomina «profago» y la célula infectada se denomina célula lisogénica, que es «inmune»

a una posterior infección por el mismo bacteriófago. El profago puede mantenerse, en ese estado, durante varios ciclos de reproducción de su célula hospedadora. Un cambio en el medio extracelular, ya puede llevar consigo un cambio del ciclo lisogénico y, consiguientemente la liberación del profago (proceso de inducción), convirtiéndose en un virus activo que continuará con el ciclo lítico (fases de replicación, maduración y liberación) que desemboca generalmente a la lisis de la célula hospedadora.

Los factores que influyen en la decisión de lisis o lisogenia han sido muy estudiados, en especial en el binomio fago lambda-*Escherichia coli*, demostrándose que está influenciado por el estado nutricional de la célula bacteriana y por el número de partículas fágicas co-infectantes^[2]. Sin embargo, recientemente en 2017 un artículo publicado en *Nature* (Vol. 541: 488-493) se demuestra que en la decisión entre lisis y lisogenia en bacteriófagos de *Bacillus* está mediada por la participación de pequeñas moléculas de comunicación codificadas por los fagos y secretadas por la bacteria infectada que alertan a sus vecinas de la infección por bacteriófagos^[3].

Durante la infección de *Bacillus* por 4 fagos diferentes: phi 29, phi 105, rho 14 y phi 3T se induce la síntesis de un péptido de comunicación que se libera al medio. En infecciones subsecuentes, la progenie de

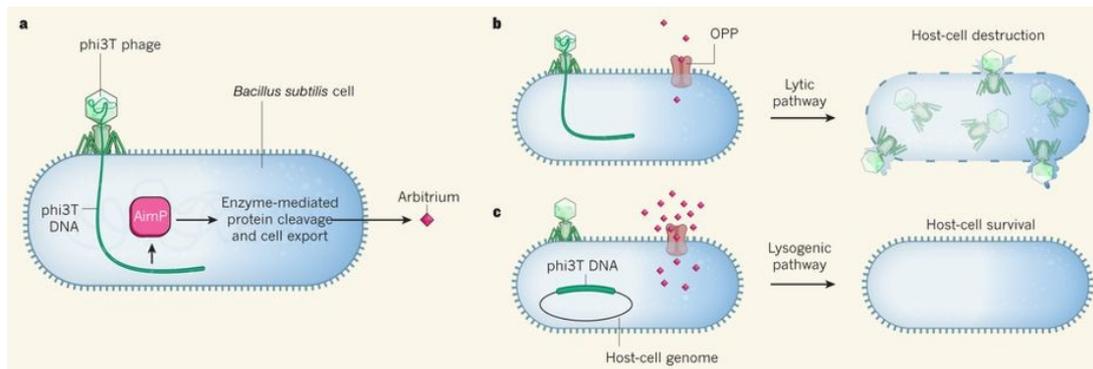


Figura 1: Dinámica de la actuación del péptido *arbitrium* durante la infección de un cultivo bacteriano por fagos (tomado de Erez et al., 2017, *Nature*, 541: 488-496).

fagos mide la concentración de este péptido y lisogeniza si la concentración es suficientemente alta. Erez y colaboradores, investigadores de diferentes centros de investigación de Israel, demostraron también que hay diferentes versiones del péptido de comunicación codificados en genes de los fagos, lo que indica una comunicación específica del bacteriófago en cuestión, denominada «comunicación *arbitrium*» (del latín que significa decisión). Hasta el momento, se han implicado en este sistema de comunicación *arbitrium* a tres genes fágicos: *aimP*, que codifica el péptido *arbitrium*; *aimR*, que codifica para un receptor intracelular; y *aimX*, un regulador negativo de la lisogenia. El sistema *arbitrium* posibilitaría a la progenie de nuevos bacteriófagos a «comunicarse» con su parental, es decir, estimar la cantidad de las recientes y previas infecciones fágicas, y de ahí, decidir si se utiliza el ciclo lítico o el lisogénico. Este proceso de comunicación entre bacteriófagos es diferente al proceso de comunicación entre bacterias, fenómeno conocido como *quorum sensing*, que implica la secreción bacteriana de pequeños péptidos que inducen cambios en la expresión génica de una célula vecina. Una de las diferencias entre estos procesos de comunicación (entre virus o entre bacterias) lo constituye el hecho de que la comunicación *arbitrium* entre virus no es un mecanismo absoluto, ya que a la máxima concentración del péptido de comunicación sólo el 50 % de las bacterias se lisogenizan, y la ausencia total del péptido no induce obligatoriamente al bacteriófago a entrar en un ciclo lítico.

Erez et al. (2017) encontraron, que durante la infección bacteriana por el phi3T, la bacteria infectada secretaba el péptido AimP (péptido *arbitrium*), que era captado por otras bacterias vecinas a través de la proteína OPP (una permeada transportadora). El péptido *arbitrium* (AimP) se une a una proteína fágica intracelular (AimR) e inhibe su actividad, consistente en activar la transcripción del gen *aimX*, que promueve el ciclo lítico. De esta forma, la célula con el péptido *arbitrium* incrementa la probabilidad de que si es infectada por el fago phi3T, se produzca un ciclo lisogénico. Así, cuando

hay altas concentraciones del péptido *arbitrium* el ciclo lítico fágico se reduce o incluso se suprime, siendo sustituido por el ciclo lisogénico (Figura 1).

Una vez identificada esta molécula de la comunicación en un bacteriófago, estos investigadores encontraron moléculas similares en docenas de bacteriófagos, descubriendo que cada virus codifica una molécula de comunicación ligeramente diferente. Es como si cada especie de virus difunde una «frecuencia» o «código de comunicación» molecular específica que pueda ser «leída» por los virus de su propia especie, pero no por otros bacteriófagos.

Este mecanismo constituye una estrategia evolutiva de los bacteriófagos moderados o atemperados, ya que cuando hay un gran número de presas, es decir células bacterianas susceptibles, los bacteriófagos prefieren desarrollar un ciclo lítico. En los estadios tardíos de este proceso de infección lítica productiva, el número de bacterias desciende significativamente hasta el punto en que la progenie vírica tiene el riesgo de no tener un nuevo hospedador a infectar. En ese momento el ciclo de infección de estos bacteriófagos cambia al modelo lisogénico para preservar la oportunidad de una replicación viable.

Es posible que los virus que infectan a humanos también se comuniquen entre sí y que tengan una estrategia similar a la descubierta en los bacteriófagos. Si esto es así, se podría aprender a interceptar estos mensajes y conseguir que los virus queden en estado de latencia, en vez de infectar a células humanas.

Referencias

- [1] Lwoff, A. (1966). The prophage and me. In *Phage and the Origins of Molecular Biology*, Cold Spring Harbor Laboratory, USA.
- [2] Davidson A.R (2017). Phages make a group decision. *Nature*, 541: 466-467.
- [3] Erez, Z., Steinberger-Levy, I., Shamir, M. y otros (2017). Communication between viruses guides lysis-lysogeny decisions. *Nature*, 541: 488-493.

CAMBIO CLIMÁTICO Y ESPECIALIZACIÓN CRECIENTE EN LOS MAMÍFEROS DE NORTEAMÉRICA DURANTE LOS ÚLTIMOS SESENTA Y SEIS MILLONES DE AÑOS

por PAUL PALMQVIST

FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

PPB@UMA.ES

Enviado: 17/07/2019

Aceptado: 31/07/2019

El registro fósil representa el único archivo disponible para documentar la evolución de la vida durante la historia de la Tierra, lo que permite acceder a una serie de cuestiones relevantes en el ámbito de la Biología Evolutiva y de la Conservación. Entre ellas, tener una visión retrospectiva de cómo afectaron las variaciones en el clima y el medioambiente durante el pasado geológico a los organismos y ecosistemas pretéritos.

te la era Cenozoica (últimos sesenta y seis millones de años) está muy bien documentado en diversas regiones del Mundo, en particular Norteamérica. Además, las faunas de mamíferos modernas son excelentes indicadores bioclimáticos, pues su composición muestra una clara relación con el clima y la vegetación de la región en la que habitan. Un estudio anterior del equipo de paleontólogos de la Universidad de Málaga, publicado en *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* en el año 2011, mostró que el registro fósil de los mamíferos norteamericanos se puede resumir en seis grandes asociaciones faunísticas, que se suceden a lo largo del tiempo durante el Cenozoico. En el nuevo estudio, publicado ahora también en esta prestigiosa revista, se han caracterizado ecológicamente tales asociaciones faunísticas, desde la perspectiva de las adaptaciones que muestran los grupos de mamíferos que las integran, como las relativas a sus tipos de alimentación, modos de locomoción o tamaño corporal. Los resultados obtenidos indican, claramente, que estas faunas evolutivas presentan una asociación única de tipos ecológicos, en respuesta a las variaciones en las condiciones climáticas reinantes en el momento de esplendor de cada fauna, los cambios consiguientes en la vegetación predominante y los eventos de dispersión faunística que se vieron favorecidos por tales cambios. Además, el estudio muestra que a lo largo de los últimos sesenta y seis millones de años (Ma) ha tenido lugar una tendencia hacia un mayor grado de especialización ecológica en los componentes de las faunas. Así, entrando en mayor detalle, la primera fauna evolutiva caracteriza al Paleoceno, época que tiene lugar tras la extinción en masa de finales del período Cretácico (en la que perecieron los dinosaurios) hace 66 Ma. Esta fauna alcanzó su mayor esplendor durante el máximo térmico del Paleoceno-Eoceno, hace 61,5 Ma. Muestra un predominio de formas arcaicas dominadas por los condilartros, cuadrúpedos de pequeño tamaño y alimentación omnívora. La siguiente fauna, del Eoceno inferior-medio (52-50 Ma), corresponde al óptimo climático subsiguiente. En ella aparecen ya carnívoros generalistas y herbívoros más especializados en el consumo de hojas y frutos, lo que refleja la

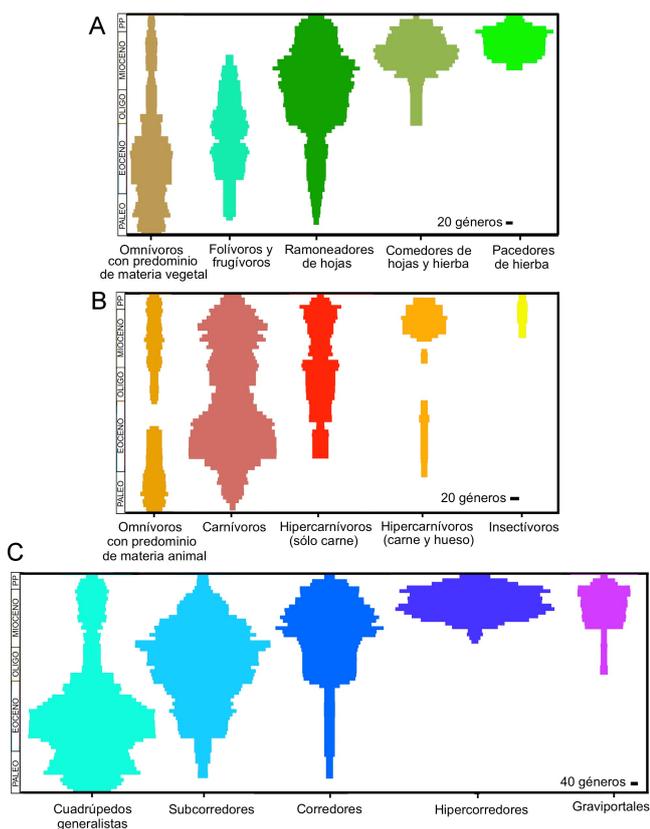


Figura 1: Diagramas de diversidad según categorías ecológicas (número de géneros) a lo largo de las sucesivas épocas del Cenozoico (PALEO: Paleoceno, OLIGO: Oligoceno, PP: Plio-Pleistoceno) según tipos de alimentación en los herbívoros (A) y en los carnívoros (B), así como según modos de locomoción en el conjunto de los grandes mamíferos (C). Fuente: adaptada de una figura que aparece en el material suplementario del artículo, elaborada por los autores del estudio.

Los mamíferos son uno de los grupos de organismos más apropiado para investigar estas cuestiones sobre dinámicas macroevolutivas, pues su registro fósil duran-

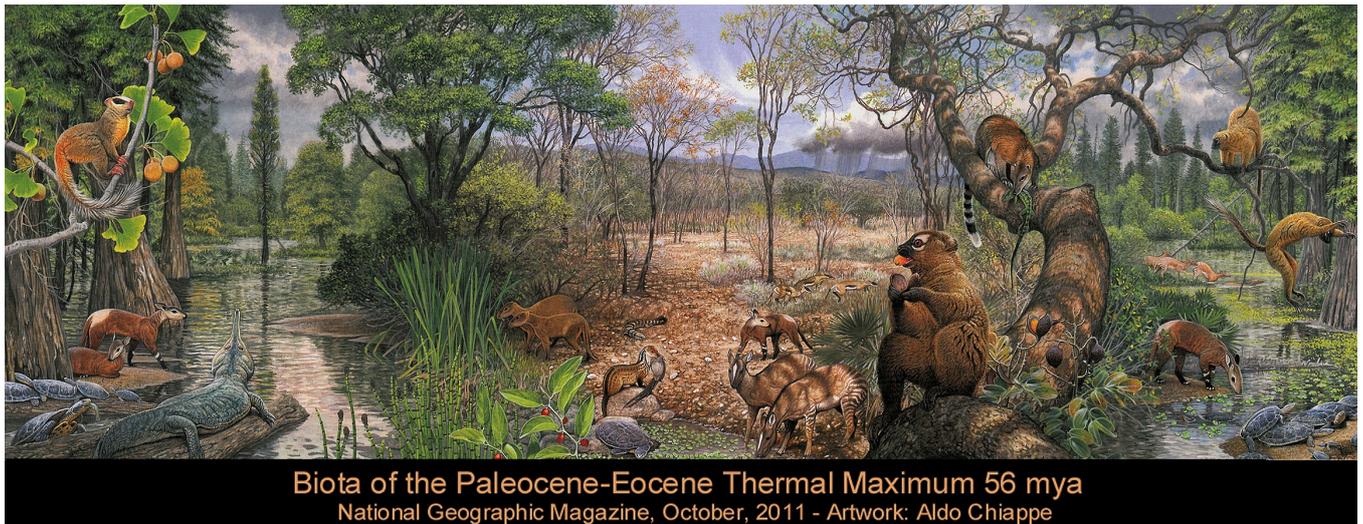


Figura 2: Biota característica de la fauna de mamíferos de Norteamérica durante el máximo térmico del Paleoceno-Eoceno. Fuente: <https://websites.pmc.ucsc.edu>

apertura de parches de pradera en los bosques y una diversificación del follaje; ello promovió la aparición de modos de locomoción algo más derivados y un ligero aumento de tamaño corporal, cambios favorecidos por la llegada al Nuevo Mundo de inmigrantes asiáticos. Un enfriamiento climático prolongado dará paso a una nueva fauna en el Eoceno medio-superior (44 Ma), donde ya aparecen comedores genuinos de hojas y tipos más especializados de locomoción, desde formas graviportales (el caso de los brontoterios, emparentados con los rinocerontes, de gran tamaño y locomoción lenta) a especies de carnívoros y herbívoros mejor adaptadas a la carrera, en consonancia con un clima más frío, seco y estacional. La cuarta fauna, característica del Oligoceno (32-30 Ma), se correlaciona con un nuevo evento de dispersión faunística desde Asia, lo que se traduce en la aparición de formas más especializadas de carnívoros, tanto comedoras exclusivas de carne (el caso de los nimrávidos o 'falsos' dientes de sable) como algunas que ya fracturaban huesos para acceder a la médula de su interior (cánidos hesperocyoninos primitivos, nativos de Norteamérica y extintos hoy día). Entre los herbívoros destacan las formas corredoras, bien adaptadas a escapar de sus depredadores en los espacios abiertos (équidos y rumiantes basales), y los primeros comedores mixtos de hojas y hierba. La siguiente fauna es la del Mioceno (16,5 Ma) y corresponde a un segundo óptimo climático, caracterizándose por la diversificación de las formas omnívoras con un fuerte componente animal en su dieta (como los prociónidos, familia en la que se encuadran los modernos mapaches), así como de los comedores mixtos de hierba y hojas, de tamaño medio a grande, en el caso de los herbívoros, y por la aparición de formas más especializadas en la fracturación de huesos en el caso de los carnívoros (cánidos borofaginos,

otro linaje norteamericano sin representantes actuales), presentando ambos grupos claras adaptaciones hacia la carrera. Ello refleja la expansión de los nuevos espacios de praderas abiertas, semejantes a los encontrados hoy día en las sabanas africanas. Es intrigante que en esta quinta fauna falten los dientes de sable genuinos, lo que probablemente indica que los cánidos explotaban también en Norteamérica de forma eficiente el nicho ecológico de los carnívoros comedores exclusivos de carne. Finalmente, la sexta fauna evolutiva corresponde al Plio-Pleistoceno y alcanza su máximo de diversidad hace tan solo 3,5 Ma, como consecuencia de un nuevo evento migratorio de fauna desde Asia. En ella brillan con luz propia los hipercarnívoros especializados, principalmente félidos (como los macairodontinos con dientes de sable), los herbívoros pacedores hipercorredores (una gran variedad de équidos, rumiantes y camélidos) y de nuevo las formas graviportales (elefantes y otros paquidermos), lo que hace aumentar las proporciones de la megafauna. Además, aparece un nuevo componente, no registrado hasta entonces, el de los carnívoros especializados en una dieta a base de insectos, lo que se correlaciona con un nuevo pulso de expansión de los hábitats de pradera despejados de árboles.

En definitiva, el estudio realizado documenta un aumento en el grado de especialización ecológica durante el curso de la evolución de los mamíferos norteamericanos en el Cenozoico, en paralelo a los cambios climáticos duraderos y sus consecuencias sobre el tipo de vegetación predominante. Todo ello se ve en algunos casos favorecido por la aparición en el escenario evolutivo de grupos inmigrantes del Viejo Mundo, pero en otros tiene lugar gracias a la evolución de los propios componentes de la fauna endémicos del continente. Da-

da la amplia escala temporal en la que se ha realizado el estudio, sus resultados pueden dar pistas importantes para gestionar la crisis de biodiversidad propiciada por el cambio climático que experimentamos hoy día, inducida en gran medida por la acción humana.

Referencia del artículo:

Borja Figueirido, Paul Palmqvist, Juan A. Pérez-Claros & Christine M. Janis. 2019. Sixty-six million years along the road of mammalian ecomorphological specialization. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, <https://doi.org/10.1073/pnas.1821825116>

Contacto:

Borja Figueirido: 655791501, frafigcas@uma.es

Paul Palmqvist: 659119298, ppb@uma.es

Juan Antonio Pérez Claros: 658855886, johnny@uma.es

Departamento de Ecología y Geología (Área de Paleontología), Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga

SANTIAGO RAMÓN Y CAJAL Y LA LITERATURA DE FICCIÓN CIENTÍFICA

por RAMÓN MUÑOZ-CHÁPULI ORIOL

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA ANIMAL. FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CHAPULI@UMA.ES

Enviado: 16/07/2019

Aceptado: 30/07/2019

Si consideramos los logros obtenidos por un investigador español en relación con las circunstancias en las que desarrolló su obra científica, sería difícil encontrar alguien a quien podamos colocar por delante de Santiago Ramón y Cajal (1852-1934). Este aragonés, premio Nobel de Medicina y Fisiología en 1906 (compartido con Camillo Golgi), figura siempre en la lista de los científicos españoles más reconocidos a nivel mundial. Pero seguro que es mucho menos conocido que la primera vocación de Ramón y Cajal fue la de artista. En su juventud se interesó por la pintura y la nascente técnica de la fotografía. El consejo (y empeño) de su padre le orientó a la Medicina. Finalmente, sus habilidades plásticas terminaron revelándose en sus extraordinarias representaciones del sistema nervioso. Tan artísticas que, como si de un pintor clásico se tratara, el MIT inauguró en mayo de 2018 la exposición *The Beautiful Brain: The Drawings of Santiago Ramón y Cajal*, con 80 ilustraciones originales del autor.



Santiago Ramón y Cajal durante su etapa de médico militar en Cuba (1874). El retrato fue realizado por Mariano Izquierdo y Vivas en 1952, con motivo del centenario del nacimiento de Cajal. Imagen de dominio público.

Científico, artista plástico... Y escritor. Cajal cultivó los géneros de la narrativa, el ensayo y la poesía. Por sus méritos literarios, el sabio fue elegido en 1905 para la Real Academia Española de la Lengua (asiento I mayúscula), aunque no llegó a tomar posesión. Entre sus obras destaca un auténtico clásico, sus memorias tituladas *Recuerdos de mi vida*, en las que Cajal narra como su voluntad, tenacidad e intuición lograron superar todas las dificultades y llevarle a los logros científicos que todos conocemos. Pero vamos a tratar en este artículo otra faceta suya, incluso más desconocida: la de escritor de ficción científica específicamente orientada a la Biología. Esta faceta resulta aún más insólita en una época en la que este género prácticamente estaba en sus albores (nos estamos refiriendo a un periodo comprendido entre 1871 y 1886). H.G. Wells publica su obra mucho después. *La máquina del tiempo*, *El hombre invisible* y *La guerra de los mundos* aparecen en el periodo 1895-1898. Otro precursor de la literatura de ficción científica, el francés Julio Verne, sí es reconocido por Cajal como su principal influencia, y ya había publicado *De la Tierra a la Luna* en 1865.

Hablando de Verne y de ficción científica, no puedo resistirme a abrir un paréntesis para hablar de su novela *París en el Siglo XX*, escrita en 1863. El manuscrito fue rechazado por el horrorizado editor Hetzel, quien escribió a su autor una durísima carta. Verne lo dejó en un cajón donde permaneció más de 120 años, hasta que lo redescubrió su bisnieto y fue publicado en 1994. ¿Qué había causado el espanto del editor de Verne? El inicio de la novela, una sorprendente distopía futurista, se sitúa en París el 13 de agosto de 1960. Verne nos describe una sociedad masificada, hipertecnificada y estatista, donde los números han vencido a las letras; el latín y el griego han sido borrados de los programas educativos y los árboles se sacrifican para hacer pasta de papel. El poder político es administrado por funcionarios, tecnócratas y banqueros. La ciudad está congestionada por los automóviles y sus habitantes no paran de enviar y recibir... ¡faxes! Música y literatura están prácticamente olvidadas. Los escritores e intelectuales están subvencionados por el poder político y tratan solo los temas que son gratos a dicho poder. Como se puede comprobar,

nada que ver con nuestra realidad actual...

Volvamos a Ramón y Cajal. Probablemente el más sorprendente ejemplo de ficción científica que escribió sea uno que nunca podremos leer, porque se perdió para siempre. Conocemos su existencia gracias a sus memorias, *Recuerdos de mi vida*. El relato se tituló *El viajero de Júpiter* y fue escrito hacia el periodo 1871-73, cuando Cajal era estudiante de Medicina en Zaragoza. En este relato se describen las peripecias de un navegante espacial que llega a Júpiter y... Pero mejor dejemos al propio Cajal que nos lo cuente:

Armado de toda suerte de aparatos científicos, el intrépido protagonista inauguraba su exploración colándose por una glándula cutánea; invadía después la sangre; navegaba sobre un glóbulo rojo; presenciaba épicas luchas entre leucocitos y parásitos; asistía a las admirables funciones visual, acústica, muscular, etc., y, en fin, arribado al cerebro, sorprendía –¡ahí es nada!– el secreto del pensamiento y del impulso voluntario. Numerosos dibujos en color, tomados y arreglados –claro es– de las obras histológicas de la época (Henle, Van Kempe, Kölliker, Frey, etc.) ilustraban el texto y mostraban al vivo las conmovedoras peripecias del protagonista, el cual, amenazado más de una vez por los viscosos tentáculos de un leucocito o de un corpúsculo vibrátil, librábase del peligro merced a ingeniosos ardidés. Siento haber perdido este librito, porque acaso hubiera podido convertirse, a la luz de las nuevas revelaciones de la histología y bacteriología, en obra de amena vulgarización científica. Extravióse sin duda durante mis viajes de médico militar...

Este manuscrito no se publicó nunca y, según su autor, se perdió mientras servía como médico militar en la Guerra de Cuba. La pérdida es doblemente desgraciada por la desaparición de las ilustraciones que describe Cajal, que hubieran sido extraordinariamente interesantes. El propósito de esta narración fue sin duda divulgativo, pero encontramos en él un asombroso precedente del relato *El viaje fantástico*, de Otto Klement y Jerome Bixby. Este relato fue llevado al cine por Richard Fleischer con el título en España de *Viaje alucinante* (inolvidable Raquel Welch, atacada, como no podía ser de otra forma, por los «anticuerpos»). El guión de *Viaje alucinante* fue convertido por Isaac Asimov en la novela homónima, que muchos creen erróneamente que dio origen a la película.

Pero el libro de relatos que nos va a ocupar en este artículo apareció en 1905 bajo el título *Cuentos de Vacaciones* y está subtítuloado como *Narraciones pseudocientíficas*. Se trata de un conjunto de cinco relatos seleccionados por Cajal entre una docena de los escritos por él durante los años 1885 y 1886. Según cuenta el autor, amigos y familiares le insistían para que publicara sus relatos, pero él sólo encontró méritos suficientes en los cinco que vamos a resumir a continuación.

La narración que abre el libro se titula, «A secreto agravio, secreta venganza». Cajal toma este título de una obra de Calderón de la Barca cuyo argumento resulta inconcebible e inaceptable si lo trasladamos a nuestra mentalidad actual. Cuenta Calderón que el hidalgo Lope de Almeida, al ver mancillado su honor por el adulterio de su esposa, planea y ejecuta el asesinato de la mujer y su amante en secreto, para lavar su honra sin menoscabar su fama (y de paso marcharse de rositas). Cajal extrapola la trama a su época y adopta como protagonistas a un célebre investigador, el veterano profesor Max Forschung, y a su joven esposa Emma Sanderson. La bella Emma se enamora del ayudante de su marido, Heinrich Mosser. El suspicaz profesor Forschung comienza a sospechar de la fidelidad de su esposa cuando encuentra dos delatores cabellos (rubio y moreno) fuertemente entrelazados. El examen microscópico revela su origen en las cabelleras de su esposa y su ayudante. Buscando una evidencia más científica del adulterio, Forschung coloca sensores disimulados en las patas de un acogedor diván y registra cuidadosamente las vibraciones que se producen en el mismo durante su ausencia. Lo que descubre en el registro demuestra sin dudas que se ha producido una actividad sobre el diván que... Mejor veamos como la describe el propio Cajal:

Comenzaba la gráfica con ligeras inflexiones; minutos después las curvas se accidentaban mostrando grandes valles y montañas; luego el ritmo adquiriría desusada viveza, desarrollándose en paulatino crescendo, hasta que por fin, llegado el allegro, una meseta audaz, elevadísima y valientemente sostenida, cual calderón formidable, cerraba la inscripción que retornaba lánguida y mansamente al primitivo reposo..., quizás a la línea recta de la desilusión y de la fatiga...

Difícilmente podrá encontrarse una descripción más colorida (y científica) de un encuentro sexual en la literatura de la época. El profesor Forschung, herido en su honor, planea su venganza. Una venganza biológica, por supuesto. Siembra bacilos de la tuberculosis bovina sobre el envés engomado de las etiquetas que su ayudante pega en preparaciones y tubos de ensayo. En el

tiempo en que este relato fue escrito existía un debate entre los que pensaban que el bacilo de Koch (descrito en 1882, poco antes de la escritura de este relato) era el único agente de la tuberculosis que afectaba a diferentes animales, y los que rechazaban que bacilos que afectaban a una especie como la vaca pudieran producir enfermedad en los humanos. Cajal apuesta claramente por la primera hipótesis, ya que el pobre Mosser contrae una tuberculosis galopante tras lamer las etiquetas infecciosas. Más sospechosamente aún, Emma desarrolla un absceso tuberculoso en los labios, delatando sus relaciones adulterinas. Forschung, arrepentido de sus actos, envía a los amantes a un sanatorio de los Alpes donde Mosser fallece y Emma se recupera. En una segunda parte del relato, Forschung se reconcilia con su esposa, pero se plantea la necesidad de evitar futuras situaciones como las que ha vivido. Su primera intención es encontrar la forma de rejuvenecerse él mismo (otro tema de actualidad), pero ante la imposibilidad de hacerlo decide dar la vuelta a la situación y... envejecer el aspecto exterior de su esposa, para hacerla menos atractiva a los ojos de los jovencitos que continúan asediándola. De esta forma desarrolla en el laboratorio la «senilina». Emma acepta ser tratada con la droga, con la garantía de que solo afectará a su aspecto externo y no a sus órganos. Emma pierde su lozanía juvenil y el matrimonio recupera la serenidad y, se supone, la felicidad conyugal. Finalmente, Forschung se da cuenta de que la senilina produce como efecto secundario la docilidad y la sumisión del paciente y se plantea su utilización para el control de los movimientos sociales revolucionarios. Al final del relato Cajal reconoce con pesimismo que en España, la senilina no serviría para adormecer a la población porque otros «tratamientos» ya se han encargado de ello:

Senilinas a nosotros..., en cuyos cartilagos cerebros existen ya en proporciones desconsoladoras tantas misticinas, decadentinas y misonieinas, triste legado de edades bárbaras y de una pereza mental de cinco siglos!

Por cierto, a estas alturas, algunos lectores habrán encasillado ya a Cajal en el gremio de los misóginos, justificadores del lavado de la honra con sangre y demás. Para evitar conclusiones apresuradas, copio la «advertencia preliminar» que hace Cajal a su obra y en concreto al relato del profesor Forschung:

[...] el autor se propone simplemente la amenidad, amén de exponer algunos rasgos salientes de la curiosa psicología de los sabios, esencialmente amoral y profundamente egoísta (hay excepciones, naturalmente)[...]

Ahí queda eso. El segundo relato se titula «El fabricante de honradez», y trata de un médico, el doctor Mirahonda, que se instala en el castizo pueblo de Villabronca, famoso por lo pendenciero de sus habitantes. Utilizando su carisma personal y su influencia propone a las autoridades locales ensayar el suero antipasional de su invención, una vacuna contra la agresividad, el vicio y la maldad. Las autoridades decretan la vacunación obligatoria de toda la población, y Villabronca se convierte en el pueblo más tranquilo, virtuoso y honrado de toda España. Al cabo de un tiempo comienzan las protestas. El cura alega que no tiene trabajo que hacer, ya que no hay pecados que confesar ni descarriados que encauzar cristianamente. Los abogados se han quedado sin pleitos, las tabernas y lupanares sin clientes, las joyerías y tiendas de regalos no venden por la falta de vanidad (y de amantes clandestinas) y el aburrimiento hace mella en todos. Lo curioso del caso es que el suero antipasional es... agua. Lo que ha hecho el doctor Mirahonda es hipnotizar en masa a todos los villabronqueses. Ante las crecientes protestas, el doctor se ve obligado a cancelar el experimento y anunciar la disponibilidad de un antídoto contra el suero antipasional que consiste en... agua de nuevo. Suspende la sugestión hipnótica y las violentas pasiones y vicios de los habitantes de Villabronca, reprimidas durante año y medio, estallan y arrasan con todo. El doctor y su esposa huyen, y Mirahonda acaba publicando los resultados de su experimento en una revista científica, concluyendo que:

En resumen: mientras el animal humano sea tan vario y comparta las pasiones de la más baja animalidad será necesaria, para que el desorden no dañe al progreso, la sugestión política y moral; más esta sugestión ni deberá ser tan débil que no refrene y contenga a los pobres de espíritu y salvajes de voluntad ni tan enérgica e imperativa (cual lo sería la sugestión hipnótica) que menoscabe y comprima en lo más mínimo la personalidad ética e intelectual de los impulsores de la civilización.

El tercer relato es «La casa maldita», tal vez el más interesante de todos porque refleja, como discutiremos luego, el espíritu regeneracionista de Cajal, ya que la casa maldita es un trasunto de la España decadente y atrasada de finales del XIX. Su protagonista es Julián, un joven médico que hace fortuna en América y vuelve a España para casarse con su amor de toda la vida, su prima Inés. Por desgracia, pierde todos sus bienes en un naufragio y se presenta en su pueblo natal empobrecido y sin esperanzas de obtener de los padres de Inés la

mano de su hija. Sin saber qué hacer, conoce la existencia de una gran mansión abandonada cuyos terrenos permanecen sin cultivar. La enfermedad y muerte de varios propietarios anteriores de la casa y de los animales que se criaban en la hacienda ha generado una leyenda negra en torno a la propiedad. Julián inspecciona el lugar y comprende que son microbios y hongos los que causan los males, más que fantasmas y demonios, y adquiere la finca muy por debajo de su valor. Su ciencia, su trabajo y su esfuerzo sanean la casa y los terrenos, permiten retomar la producción agrícola y ganadera y enriquecen inmensamente a Julián, que recupera el favor de los padres de Inés y puede por fin casarse con ella. El mensaje es explícito. La ciencia, la técnica y el conocimiento son la única esperanza para sacar a España del atraso, la superstición y la ignorancia.

El amor entre Julián e Inés proporciona a Cajal la excusa para escribir lo que llama «un paréntesis lírico-biológico». En estas páginas sorprendentes el sabio aragonés desarrolla la tesis de que amor y procreación constituyen una victoria sobre la muerte:

*“¡Qué digo! ¡Solo mueren los que no aman!
Non omnis moriar. En su rigurosa contien-
da con las implacables fuerzas destructivas,
nuestro piadoso demiurgo salvó la inmorta-
lidad de los gérmenes, que nos fué otorgada
como precioso gaje del amor.*

En una nota al pie de este párrafo, Cajal explica lo siguiente:

*Doy por supuesto que mis lectores conocen
la doctrina vulgar de la inmortalidad po-
tencial de las células gérmenes ó seminales
por oposición al carácter perecedero de las
células somáticas ó formadoras del resto del
cuerpo, así como las ideas de Weissmann,
Hertwig acerca de la preexistencia en el nú-
cleo del óvulo, bajo arreglos físico-químicos
todavía desconocidos, de representaciones
completas ó incompletas de la serie de an-
tepasados. Merced á esta teoría explícate
tanto el parecido de los hijos á los padres,
como el atavismo, ó sea la reproducción de
tipos morfológicos que vivieron en remotas
edades.*

Dos aclaraciones: «*Non omnis moriar*» forma parte de un verso de las Odas de Horacio y significa: «no todo moriré». Horacio probablemente se refiere a su obra literaria, pero Cajal le da un giro biológico: No morimos del todo, pervivimos en nuestra línea germinal. Segunda aclaración: Cajal parece abonarse a la idea Haeckeliana

de la persistencia a lo largo de la evolución de determi- nantes fisicoquímicos de morfologías ancestrales que se manifiestan en el desarrollo embrionario. Falta mucho para que se redescubran las leyes de Mendel...

En su cuarto relato, titulado «El pesimista corregido», Cajal nos presenta a Juan Fernández, un joven y desgraciado médico que ha perdido a sus padres por enfermedades infecciosas. Él mismo está convaleciente de un tifus, acaba de fracasar en unas oposiciones y ha perdido el afecto de su novia. Desesperado, se plantea por qué la Naturaleza ha creado malvadas bacterias patógenas sin proporcionar a los humanos los sentidos que permitan detectarlas y evitar sus efectos letales. Entonces se le aparece el numen de la Ciencia (una especie de genio), quien le concede, durante un año, la capacidad de aumentar la potencia de su visión hasta hacerla equivalente a un microscopio de 2000 aumentos. Es bien sabido que este es el límite que permite la luz visible, pero el numen de la Ciencia hace una sorprendente predicción:

*Algún día os será lícito quizás rastrear la
morfología y costumbres de tan diminutas y
ultramicroscópicas organizaciones confinan-
tes con la nada, y muy distantes aún de las
más groseras construcciones moleculares.
Mas para ello, os será fuerza abandonar los
sencillos principios de la óptica amplifican-
te fundados sobre el fenómeno banal de la
refracción de las ondas luminosas visibles
(oscilaciones bastas sobre las cuales solo
ejercen influencia partículas superiores á
unas décimas de μ , y recurrir á radiaciones
invisibles, infinitamente delicadas y todavía
ignotas, de la materia imponderable.*

Sí, ¡Cajal nos está anticipando el microscopio elec- trónico décadas antes de su invención por Ernst Ruska en 1933! El pobre Juan Fernández vive una auténtica pesadilla a partir de ese momento. Por todas partes ve microbios y gérmenes infecciosos, pasando de unas personas a otras, flotando en el aire, en los alimentos... La piel de su novia se le aparece cuajada de defectos e imperfecciones... La realidad vista con tanto detalle pierde toda armonía y belleza. Una vez que Juan Fernández asume su penosa situación, dedica su superpoder a la investigación científica y hace observaciones extraordinarias tanto en astronomía como en microscopía, avances que no son aceptados por la comunidad científica. Por fin, pasado el terrible año, el desdichado Fernández recupera su visión normal y el amor de su novia, culminando todo en un final tan feliz como convencional.

El último relato, «El hombre artificial y el hombre natural», se aparta del resto por tener menos elementos de divulgación científica. Consiste en un largo y un tanto farragoso diálogo entre dos personajes, Esperaindeo Carabuey, barón del Vellochino, un noble muy religioso y enemigo de la ciencia y Juan Miralta, ingeniero y partidario de las modernas teorías científicas (entre ellas, como no, la de la evolución). Cajal utiliza el diálogo entre estos personajes para reflexionar sobre el papel que debe desempeñar la ciencia y la técnica en el progreso de España.

Si nos aproximamos a estos relatos sin tener en consideración la época en que fueron escritos (un error tan frecuente como grave) nos pueden resultar alambicados, sexistas y farragosos. Pero hay que ver mucho más allá de esto. Los *Cuentos de Vacaciones* revelan los propósitos regeneracionistas, pedagógicos y divulgadores de su autor, tratan temas científicos de gran actualidad en su momento y lo hacen con un gran nivel, e incluso predicen avances tecnológicos muchas décadas antes de que se produzcan. Y además Cajal nos está enseñando algo incluso más importante. La necesidad de que el investigador y la investigadora cultiven en sus intereses y en su espíritu un equilibrio entre ciencia y humanidades, conocimiento, estética y ética. Si tengo que resumirlo en una sola palabra, la necesidad de que amen la cultura. Termine este acercamiento a la figura inmensa de Ramón y Cajal con el retrato que hizo de él otro premio Nobel, esta vez de Literatura, Juan Ramón

Jiménez, en un bellissimo poema en prosa recogido en *Elegías* (1908-1910):

Santiago Ramón y Cajal (viene)

Ausente, fino y realista; siempre enredado en el laberinto bello de los sutiles encajes de vida de su microscopio. No conozco cabeza tan nuestra como la suya, fuerte, delicada, sensitiva, brusca, pensativa. Los ojos no miran nunca a uno - a nada con límite-; andan siempre perdidos, caídos, errantes, como buscándose a sí mismos en el secreto, para mirarse, al fin, frente a frente.

Un balanceo, una oscilación como de niño tímido, en todo él, con bruscas erupciones de palabras firmes, plenas, completas, terminantes -hijo salido de madre- como de niño también, que asegura la verdad... Y se va -caído de un lado-, de los dos -alternando-, suelto, desasido, con un paraguas, por ejemplo, que, en su mano, no parece que haya de abrirse para la lluvia; con un abrigo casual, con un sombrero no puesto.

Lo he visto, una vez, en un tranvía, una tarde de lluvia larga, total y ciega, ponerse en la melena plateada las gafas para leer, olvidarse, reclinarse contra el cristal, y seguir así, mirando, en ocio lleno, dejado y melancólico, su infinito.

Para saber más:

Son muy recomendables para los interesados estos dos excelentes artículos:

Collado-Vázquez, S. y Carrillo, J.M. 2018. Cuentos De Vacaciones. La Literatura De Ficción De Santiago Ramón Y Cajal. *Mètode Science Studies Journal*. Universitat de València. DOI: [10.7203/metode.8.10460](https://doi.org/10.7203/metode.8.10460).

Quesada Ramos, A. 2008. La literatura de ficción de don Santiago Ramón y Cajal. *Pasaje a la Ciencia*, vol. 11 (www.pasajealaciencia.es). En este mismo volumen se publican otros interesantes artículos sobre Cuentos de Vacaciones.

El volumen original de Cuentos de Vacaciones puede descargarse de la Biblioteca Nacional: <http://bdh-rd.bne.es>

Para quien prefiera tenerlo en papel, existe una edición reciente publicada por Austral.

Por último, mi más sincero agradecimiento al Dr. Federico C.-Soriguer, que me puso sobre la pista de estos relatos y me proporcionó la idea para escribir este artículo en un encuentro casual.

RAMÓN MUÑOZ-CHÁPULI ORIOL

Escribir bien no cuesta trabajo

Los plurales de nuestras vidas

El plural cambia el significado

Si el título de este apartado os ha hecho pensar que el plural afecta a la vida de varios seres vivos, tenéis que leerlos con detenimiento este artículo porque ya tenéis trastocado el sentido. Si lo que habéis interpretado es que el plural afecta a todas las vidas de los seres vivos (como si los seres vivos tuvieran varias vidas), todavía estás a tiempo de combatir el pluralismo que nos rodea.

Cuando la lectura de noticias como esta:

El teatro de nuestras vidas¹

o de artículos científicos titulados así:

Niveles de colesterol normal
para una mujer de 30 años²

no os revuelve las tripas, tenemos un serio problema. ¿Cuántas vidas tiene un ser vivo? A ver si van a ser siete, como los gatos. ¿Cuántas concentraciones de colesterol tiene una mujer? Normalmente una, por muchas muestras de sangre diferente que se usen para determinarla.

Estos problemas de comprensión y expresión tienen su origen, por si alguien lo dudaba todavía, en el inglés. La concordancia de género y número entre los sustantivos y los adjetivos no existe en el idioma de Shakespeare, por lo que tienen que utilizar otro método para diferenciar los plurales, y lo hacen mediante el plural distributivo. Lo grave, y a lo que no le prestamos ninguna atención, es que los traslados acrílicos *de lo que se diga en inglés* alteran profundamente el significado de cualquier frase, como os voy a demostrar.

Vamos a comprobarlo con algunos ejemplos extraídos de textos científicos que seguro que os parecen bien escritos a pesar de que contienen una incongruencia importante.

*Cholesterol levels should be measured
at least once every five years* →

Hay que medirse **la colesterolemia al menos una vez cada cinco años**

y no ~~⊗ Debes medirte los niveles de...~~

En la frase en inglés, *cholesterol levels* significa **colesterolemia** (que no es más que la concentración de colesterol), y se indica que hay que medirla muchas veces, esto es, al menos una vez cada cinco años. O

que hay que medírsela (cada cinco años) a todas las personas a las que deba determinarse. La traducción propuesta transmite exactamente ese mensaje, dado que el español, al aplicar la propiedad distributiva, indica que a una (o muchas) personas hay que medirles la colesterolemia (singular). En cambio, el calco del plural en español (~~⊗ medir las colesterolemias~~) nos plantea la duda de en cuántos sitios tengo que mirarla, o cuántas sangres tengo, o incluso cuántas colesterolemias tengo, porque parece que, cada vez que mido, tengo que medirme muchas cosas o en muchos sitios. Daos cuenta de si ponemos las concentraciones de colesterol (y no digo ya la barbaridad ~~⊗ los niveles de colesterol~~) en lugar de colesterolemias, nos costará más trabajo percibir la incongruencia debido a la cantidad de veces que lo leemos u oímos mal.

De paso, también vemos que el uso del verbo impersonal en lugar del mensaje directo al lector hace que la información valga para una o muchas personas, y no solo para quien lo lea. Con esto espero que empecéis a intuir la validez de la regla que os permitirá acertar la mayoría de las veces: **ante la duda, singular**.

High level values of glucose were detected in patient

→ **Se detectó una elevada concentración de glucosa en el paciente**
o mejor aún

Se le detectó una hiperglucemia.

Al igual que más arriba, podemos usar **concentración de glucosa**, pero **glucemia** —de hecho, **hiperglucemia**, al referirse a una concentración elevada (probablemente anómala, no ~~⊗ anormal~~)— será lo más correcto en el registro científico. Si no reflexionamos y colocamos el plural:

~~⊗ se detectaron valores de las hiperglucemias,~~

~~⊗ se detectaron niveles altos de glucosa,~~

~~⊗ se detectaron concentraciones elevadas de glucosa~~

y barbaridades similares, estaremos indicando que cada hiperglucemia tiene varios valores (erróneo) y que se han medido muchas glucemias en el paciente (más erróneo aún). Recordemos que en la sangre hay un único valor para la cantidad de glucosa, por más que nos la midamos varios días o varias veces, y ese valor único resultante de glucemia nos indicará si es alta o baja.

¹http://cultura.elpais.com/cultura/2013/09/25/actualidad/1380112834_818454.html

²http://www.ehowenespanol.com/niveles-colesterol-normal-mujer-30-anos-info_121038/

Fijaos también que en este ejemplo he suprimido el pleonasma El valor de porque concentración y glucemia ya implican de por sí un valor. Un último detalle que tampoco debe pasaros desapercibido es que **detrás de la preposición «en», el sustantivo pide a gritos un artículo**, por ejemplo

in humans → **en los humanos**,

in plants → **en las plantas**,

in mouth → **en la boca**,

y un infinito etcétera. Os aconsejo que releáis este número de *Encuentros en la Biología* y contéis las veces que aparecen estos artículos, porque seguro os sobran dedos en la mano. Aprovechad también para encontrar los artículos determinados que os encontráis y no estáis habituados a ver (por traducción acrítica del inglés).

The hemolytic activities of the peptides were determined →

Se determinó la actividad hemolítica de los péptidos

La frase en inglés no significa que ~~se determinaron las actividades hemolíticas de los péptidos~~, porque un péptido tiene solo una actividad hemolítica y el plural indicaría que cada péptido tendrá varias actividades hemolíticas, lo que es absolutamente equívoco.

Antibody affinities may be determined by saturation binding →

La afinidad de los anticuerpos se determinaría por la fijación hasta la saturación

Como cada anticuerpo tiene una afinidad y se miran muchos anticuerpos, el inglés está pidiendo el plural en *affinities* para indicarlo, pero en español medimos solo una afinidad (singular) de cada uno de los anticuerpos (plural) que se tengan que estudiar. La traducción incorrecta que muchos hubierais usado ~~Las afinidades de anticuerpo...~~, o incluso ~~Las afinidades de anticuerpos...~~ sugiere que un anticuerpo tiene varias afinidades por un antígeno, lo que, de nuevo, es rigurosamente falso. De hecho, tanto este ejemplo como el anterior son casos de errores graves, en los que mantener el plural del inglés nos devuelve en español una información engañosa. Pensad siempre que lo habitual es que tengáis una colección de anticuerpos (de ahí el plural en inglés) a los que determinar su constante de afinidad, o un montón de enzimas a las que medir su actividad (la actividad de las enzimas), o un montón de pacientes a los que tomar la fiebre (la temperatura de los pacientes).

Better outcomes for patients with incurable cancers →

Mejores desenlaces de los pacientes

con cáncer incurable

y no ~~...pacientes con cánceres incurables~~

La propiedad distributiva del inglés hace que al considerar a todos los **pacientes** (*patients*) que padecen un cáncer incurable (singular en español), este último término tenga que ir el plural (*incurable cancers*). La frase que se propone en español dice eso: cada paciente tiene un cáncer incurable, y nos estamos refiriendo a todos ellos. Pero si hablamos de cánceres, estaremos hablando de los desenlaces de cada uno de los pacientes que ~~tiene a la vez varios cánceres~~, lo cual no es en absoluto correcto.

The drug is rapidly cleared from mammalian bodies

Apostaría el yate que no tengo a que lo primero que os ha venido a la cabeza es que se ha eliminado el fármaco ~~de los cuerpos de los mamíferos~~. ¿No os habéis parado a pensar que eso significa que los mamíferos tienen varios cuerpos? Lo que realmente se ha hecho es medir el fármaco (no la ~~droga~~, porque nuestras drogas son las *recreational drugs*) en el cuerpo de cada mamífero del estudio, esto es, → **El fármaco se elimina rápidamente del cuerpo de los mamíferos**. Es el mismo caso que vimos con *antibody affinities* y *activities of the peptides*.

Vamos a parar aquí, porque podéis encontrar muchos más ejemplos en el fantástico blog de Pilar Comín¹. Solo un último apunte: la presión del plural acrítico es tal que os van a llamar la atención los siguientes singulares:

- **Material** y no ~~materiales~~ para ese apartado de los trabajos científicos.
- **Índice**, mejor que **Tabla de contenido**, para la *Table of Contents*; desde luego, lo de ~~Tabla de contenidos~~ es una barbaridad, tanto como ~~los contenidos~~ de un cajón o de un disco.

Plurales y posesivos, una mezcla explosiva

Como el inglés tiene muchísimos menos verbos reflexivos que el español, lo subsana usando el posesivo en el objeto. Por tanto, allí donde un inglés ponga un verbo directo y un posesivo, el hispanohablante usará un determinante y el verbo en forma reflexiva. Resulta especialmente chocante cuando nos estamos refiriendo al cuerpo porque, a diferencia del inglés, **en español no se necesitan los posesivos para referirse a las partes del cuerpo**. El razonamiento del español es que el brazo que me duele solo puede ser mío, por lo que no hace falta el posesivo, y sí un reflexivo:

my arm hurts → **me duele el brazo**,

y no ~~duele mi brazo~~

¹<https://atutia.com/2019/02/25/vamos-a-contar-mentiras/>

ni mucho menos ~~⊗ me duele mi brazo.~~

Si encontramos un plural en inglés, es que quieren expresar que a un grupo de personas les duele un brazo:

our arms hurt → **nos duele el brazo,**

y no ~~⊗ duelen nuestros brazos~~

ni ~~⊗ nos duelen nuestros brazos.~~

En inglés queda la duda de si duelen uno o los dos brazos, pero en español está claro que a cada persona le duele un brazo. Sería correcto *nos duelen los brazos* solo para indicar que molestan ambos brazos, no solo uno. Si lo aplicamos a lavar la cara, que solo tenemos una (sea dura o no):

they wash their faces → **se lavan la cara**

y no ~~⊗ se lavan sus caras,~~

el inglés dice que cada persona se está lavando su propia cara. Si hubiéramos admitido lo que pongo como incorrecto, parecería que cada persona tiene varias caras que lavar, o bien que cada uno lava las caras de los otros, incluida o no la suya.

Esta forma de dejarse llevar por los plurales y posesivos ocurre en muchos otros ámbitos, además del anatómico. Por ejemplo:

- *I go to my home* → **Me voy a casa,** ya que se da por entendido que es tu propia casa. Fíjate que ~~⊗ voy a mi casa~~ transmite un mensaje diferente, y posiblemente hubiéramos preferido la forma reflexiva ~~⊗ me voy a mi casa~~ en la que queda aún más claro que sobra el posesivo (salvo que tengas varias casas a las que poderte ir y quieres especificar una de ellas: la única que es tuya).
- *Take your flask and go!* → **¡Coge/Cógete el matraz y vete!** deja claro de quién es el matraz que se quiere llevar, no hace falta darle más vueltas ni meter posesivos innecesarios.

En las frases **No puede cortarse las uñas** o **No puede cortarte las uñas** queda bien patente la potencia del

reflexivo y la inutilidad del posesivo: el pronombre deja muy claro de quién son las uñas que hay que cortar, sin que haya que indicar «sus» ni «tus», respectivamente.

Pero la contaminación lingüística es tal que muchas veces interfiere el inglés y no nos damos ni cuenta:

- ~~⊗ La culpa se quedará en sus conciencias:~~ un reflexivo y un posesivo juntos ya debe hacernos pensar que algo anda mal. La fase realmente indica que cada persona tiene varias conciencias (falso) que poco a poco se van llenando de culpa. Pero sabemos que no era eso lo que quería expresarse sino La culpa se les quedará en la conciencia, sin posesivos, sin plural y con pronombre reflexivo.
- ~~⊗ A los niños les duelen sus cabezas:~~ de nuevo, cada niño parece tener varias cabezas doloridas; si quitamos el plural y el posesivo, nos queda el mensaje real: **A los niños les duele la cabeza,** que deja claro que hay varios niños, y que a cada uno le duele su única cabeza. En cambio, como tenemos dos manos, la frase **A los niños les duelen las manos** no plantea ningún problema de comprensión, siempre que se pretenda transmitir que les duelen las dos manos, no una.

Para cerrar el ciclo, las frases del tipo ~~⊗ Están arruinando nuestras vidas~~ y la del título de este artículo demuestran que quien lo escribió pensaba en inglés, porque en español está indicando que cada persona tiene varias vidas que arruinar. Lo correcto, grabémoslo a sangre y fuego, es **Nos están arruinando la vida, sin posesivo y sin plural, pero con reflexivo.**

Por tanto, no dejaré de repetir que tengamos cuidado con los plurales, sobre todo combinados con posesivos, porque acabaremos expresando algo que no es lo que queremos transmitir y, lo que es pero, **estaremos mintiendo**, algo que no se consiente en la ciencia.

Para saber más:

M.G. Claros. *Cómo traducir y redactar textos científicos en español. Reglas, ideas y consejos. Cuadernos 39.* Fundación Dr. Antonio Esteve. 2017

M.G. Claros *El nanoblog del Gonz.* 2019 [consulta: 10-VII-19]

P. Comín Sebastián *Atutía para textos.* 2019 [consulta: 10-VII-19]

F.A. Navarro. *Laboratorio del lenguaje.* 2019 [consulta: 10-VII-19]

F.A. Navarro. *Diccionario de dudas y dificultades de traducción del inglés médico* v 3.13. Ed Cosnautas. 2019

Ámbito y política editorial

La revista *Encuentros en la Biología* (ISSN 1134-8496) es una revista de divulgación científica con carácter interdisciplinar, está editada por la Universidad de Málaga y publica periódicamente (primavera, verano, otoño, invierno) aquellas contribuciones originales que se enmarcan en un ámbito de encuentro entre las ciencias biológicas y las demás fuentes de conocimiento científico; esto es, conocimiento testado experimentalmente y avalado al menos por una fuente primaria de documentación. Aceptará también la edición de biografías de autores relevantes, de reseñas de libros y trabajos especializados, de imágenes para la portada, la sección «La imagen comentada» y otras secciones especializadas, así como noticias, comunicaciones y eventos relacionados con la biología. La editorial valorará positivamente la contribución de los trabajos en un formato ameno y accesible para estudiantes y profesores de todas las áreas de la biología, al igual que la presentación de las últimas novedades científicas en este área.

Encuentros en la Biología es un foro de difusión abierto para todas aquellas personas que estén interesadas en enviar sus aportaciones. Las contribuciones así presentadas deberán ajustarse a la política editorial y a las normas que a continuación aparecen como «Instrucciones para los Autores». La revista se reserva el derecho a realizar cuantas modificaciones en forma y diseño estime oportunas.

Instrucciones para los autores

1. Todas las contribuciones serán inéditas o contarán con la autorización expresa del organismo que posea los derechos para su reproducción, en cuyo caso la edición incluirá la referencia de su autoría. Los manuscritos recibidos podrían revisarse con medios técnicos para detección de plagios.
2. Cada contribución constará de un título, el nombre completo del autor o autores, su afiliación (institucional, académica o profesional) y correo electrónico. Para distinguir la afiliación de diferentes autores utilice símbolos (*, †, ‡, §, ¶, etc.) después del nombre de cada uno.
3. El documento se puede enviar en formato txt, rtf, sww/odt (OpenOffice/LibreOffice), doc/docx (MS-Word) o tex (L^AT_EX). Manuscritos largos pueden dividirse en varias partes que aparecerían en números distintos.
4. Los nombres de las proteínas se escribirán en mayúsculas y redondilla (ABC o Abc). Los de genes y especies aparecerán en cursiva (*ABC*, *Homo sapiens*). También se pondrán en cursiva los términos que se citen en un idioma distinto al castellano.
5. Los autores que no sean castellanohablantes pueden remitir sus manuscritos en inglés. Una vez aceptado, el equipo editorial elaborará un resumen en castellano.
6. Las tablas, figuras, dibujos y demás elementos gráficos deberán adjuntarse en ficheros independientes. Cuando sea posible, utilice el formato vectorial no propietario pdf, svg, eps o ps. En caso de fotografías o figuras tipo *bitmap* se pueden enviar en formato jpg, tif o png con una resolución mínima de 300 ppp. Existe la posibilidad de incorporar breves animaciones en formato gif a baja resolución.
7. Las referencias bibliográficas se citarán dentro del propio texto, numeradas por orden de aparición, entre corchetes en superíndice^[1]. Al final del mismo, se incluirá la sección de *Bibliografía* o *Referencias* de acuerdo con el estilo del siguiente ejemplo:
¹Einstein Z y Zwestein D. Spatial integration in the temporal cortex. *Res Proc Neurophysiol Fanatic Soc* 1: 45-52, 1974.
 Si hay más de dos autores, se citará el primero seguido de «y otros».
 Si el texto principal no incluye referencias bibliográficas, se ruega a los autores que aporten 3-4 referencias generales «para saber más» o «para más información».
8. Se anima a contribuir a la sección *la imagen comentada* con imágenes originales o de libre distribución (300 ppp de resolución como mínimo) acompañadas en documento aparte con un breve comentario de unas 300 palabras relacionado con la misma (descripción, información, técnica, etc.).
9. Se considerará cualquier contribución para las distintas secciones de la revista.
10. Envío de contribuciones: el original se enviará por correo a los coeditores o a cualquier otro miembro del comité editorial que consideren más afín al tema de la contribución. Como último recurso, se pueden enviar por correo postal acompañados de un CD. No se devolverá ningún original a los autores.
11. La aceptación de todas las contribuciones se hará a petición de los miembros del equipo editorial, manteniendo en todo caso los coeditores la decisión final sobre la misma. También se podrá sugerir al autor mejoras formales o de contenido para adaptar el artículo al perfil de la revista. La notificación se enviará por correo electrónico al autor que figure como corresponsal.