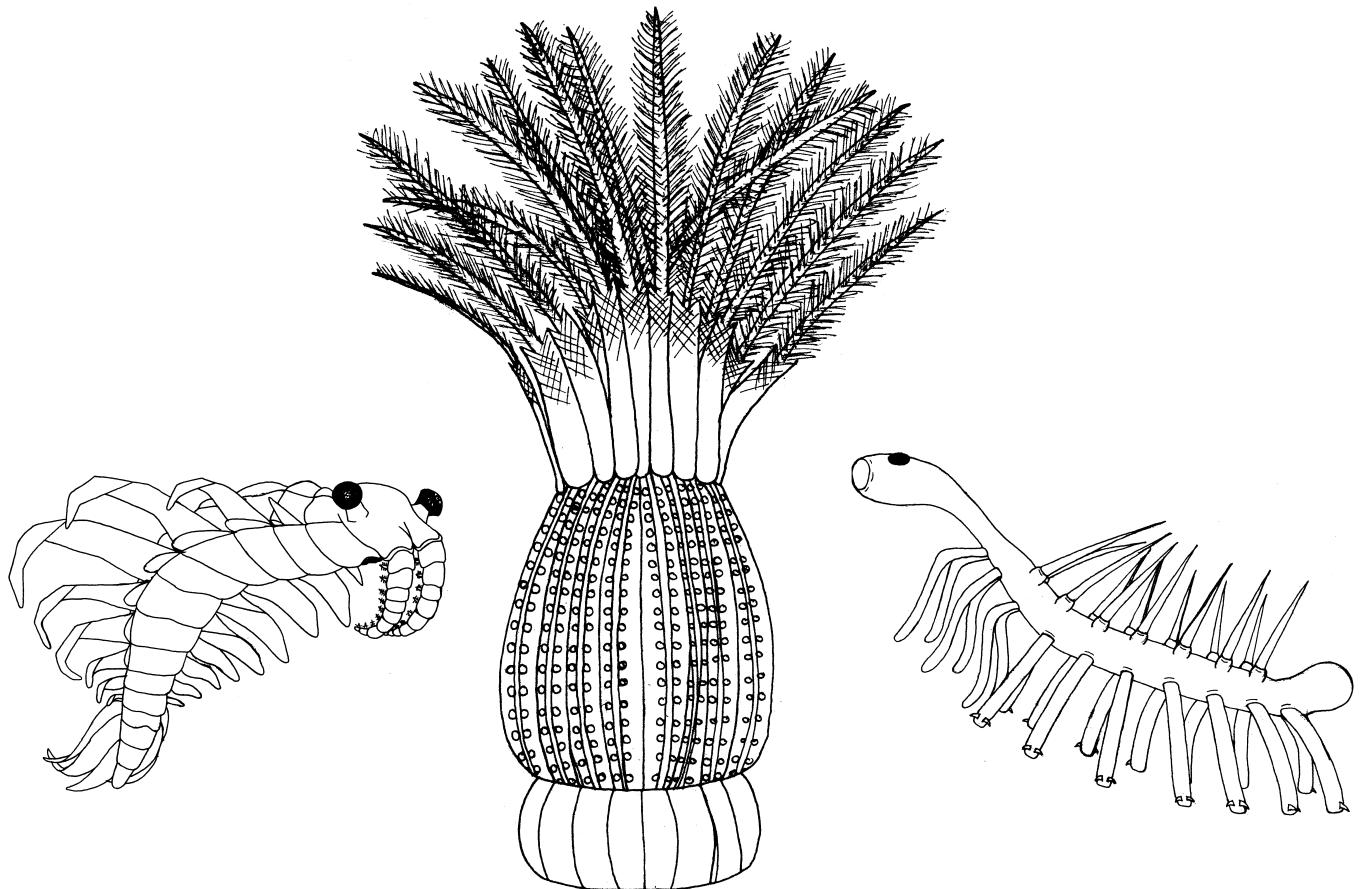


eEncuentros en la bIología



La biología celular a través de los sellos

Retos contra la contaminación lumínica

¿Se puede transmitir el parkinson?

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
JOHNNY@UMA.ES

COMITÉ EDITORIAL

DIRECCIÓN

- Juan A. Pérez Claros
johnny@uma.es
Paleontología
Edición Digital

EDITORES

- Victoria de Andrés Fernández
deandres@uma.es
Biología animal aplicada
Directora de Ciencia Sin Límites
- Tahía Diana Fernández Duarte
tahiadfd@uma.es
Biología celular, genética y fisiología. *Biocómico. Diseño y maquetación*
- Rafael Antonio Cañas Pendón
rcanas@uma.es
Biología celular, molecular y genética

- José Córdoba Caballero
jcordoba@cnio.es
Genómica del cáncer.
Diseño y maquetación

- Miguel Ángel Farfán Aguilar
mafarfan@uma.es
Biología animal
- Ana Grande Pérez
agrande@uma.es
Biología celular, molecular y genética
Jóvenes científicos Mujeres STEM UMA
- Paul Palmquist Gomes
paulpg21@gmail.com
Biología animal

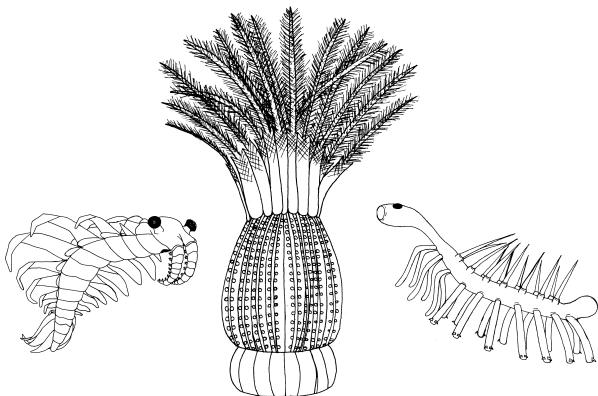
- COMITÉ CIENTÍFICO
- Antonio Diéguez
dieguez@uma.es
Filosofía de la ciencia
Epistemología
 - Enrique Viguera
eviguera@uma.es
Biología celular, molecular y genética

- M. Gonzalo Claros
claros@uma.es
Bioquímica, biología molecular y bioinformática.
Escribir bien no cuesta trabajo. Anecdotalario científico
- Miguel Á. Medina Torres
medina@uma.es
Biología celular, molecular y genética
- Juan Carlos Codina
jccodina@uma.es
Microbiología
Coordinación y difusión (educación secundaria)
- Luis Rodríguez Caso
caso@eelm.csic.es
Biología vegetal
Calidad y difusión
- Elena Rojano Rivera
elenarojano@uma.es
Bioinformática y biología de sistemas.
- Juan José Borrego García
jjborrego@uma.es
Microbiología

- Elena Bañares España
elbaes@uma.es
Biología vegetal
- María Rosa López Ramírez Aguilar
mrlopez@uma.es
Astrobiología
- Jaime Pereña Ortiz
jperena@uma.es
Biología vegetal
- Patricia Zarza Herrero
pzherre03@uma.es
Coordinación y difusión (alumnos)

- COMITÉ EDITORIAL DE HONOR
- Salvador Guirado Hidalgo
guirado@uma.es
Biología Celular
Fundador *Encuentros en la Biología*
 - Esteban Domingo
edomingo@cbm.uam.es
Evolución de virus
 - Gonzalo Álvarez Jurado
g.alvarez@usc.es
Genética

La portada



Los géneros *Anomalocaris*, *Hallucigenia* y *Xianguangia* pertenecieron al periodo cámbrico, cuando aparecieron los primeros depredadores en el registro fósil. *Anomalocaris* poseía apéndices espinosos en la cabeza con los que se llevaba la comida a la boca, que tenía forma de rodaja de piña y dientes para triturarla. Podía medir hasta un metro. *Hallucigenia* no media más de unos pocos centímetros y tenía un cuerpo largo con espinas en la parte dorsal y extremidades de tejido blando en la parte ventral. *Xianguangia* era un organismo sésil. Poseía un cuerpo cilíndrico con numerosos tentáculos con forma de pluma alrededor de un disco oral, adaptados para la alimentación por filtración.

Naia Salas Vega
naiasv03@gmail.com

Índice

Editorial	4
La imagen comentada	5
Historia de la biología celular a través de los sellos postales (I)	6
Retos en la lucha contra la contaminación lumínica	13
Anecdotalario científico: ¿Se puede transmitir el parkinson?	18
Biocómic	20

Editorial

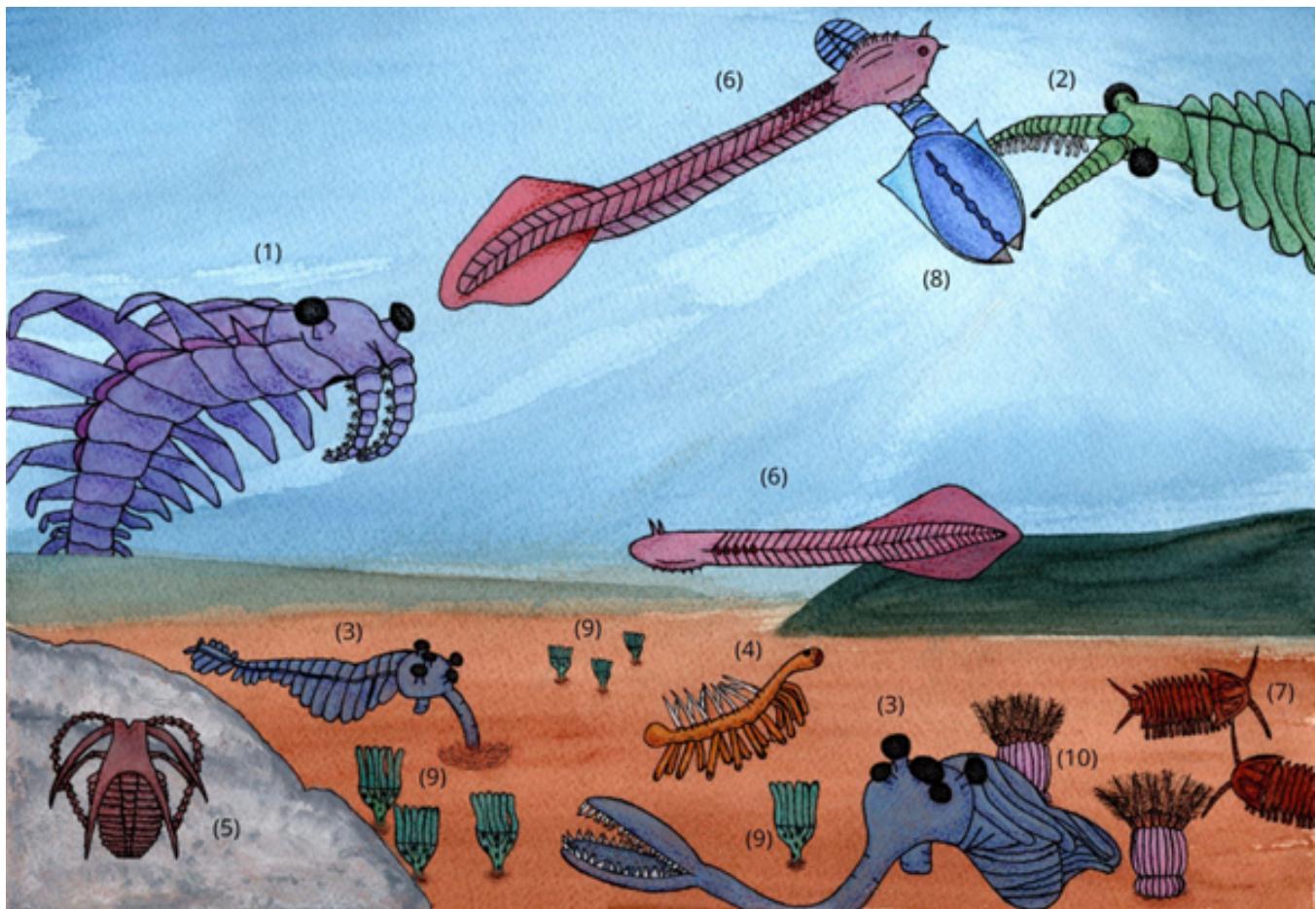
Hace unos días, tomando relajadamente café, un comentario de un compañero de la sección de exactas de mi facultad me llevó a reflexionar sobre mi compromiso con Encuentros en la Biología, a pesar de que la atención continua que requiere le resta energías que las podría encauzar hacia otros objetivos. Hace siete años, cuando di un paso al frente para asumir la dirección de la revista, escribí un editorial inspirado en «El hombre masa» de José Ortega y Gasset, justificando la necesidad de nuestra revista —y, en general, de cualquier otro vehículo de divulgación científica — al ofrecernos abandonar por unos momentos las cuestiones relacionadas con nuestro ámbito inmediato de trabajo para considerar materias de otra índole. Tomar perspectiva no sólo es necesario para contextualizar nuestras propias parcelas de conocimiento, sino que también resulta enriquecedor para todos aquellos que tienen un interés científico genuino en los diferentes aspectos de la biología. La lucidez de Ortega, que ya en el primer tercio del siglo pasado supo aventurar por dónde irían tantos procesos históricos, tampoco falló al referirse a las ciencias empíricas. La mecanización en la producción de conocimiento puede hacer que casi cualquiera pueda acceder

a una carrera científica de relativo “éxito” incluso sin comprender prácticamente nada de su propia disciplina, proclamando como virtud el desconocimiento de todo aquello que no se encuentra dentro del minúsculo dominio donde opera. En estos años, la situación no ha hecho más que empeorar. Ni siquiera Ortega pudo prever los derroteros que seguiría este fenómeno cuando ingentes recursos públicos se destinan a financiar esta forma de barbarie —término que el propio Ortega utilizó para describirla. Quise destacar estas ideas en mi primer editorial porque el espíritu de nuestra revista radica, precisamente, acercarnos a disciplinas ajenas a nuestras áreas de especialización. Ese compromiso, que implica remar contra la corriente que pretende moldearnos como hombres masa, es la razón fundamental por la que seguimos adelante con este proyecto. Desde estas páginas, reafirmamos nuestra voluntad de resistir en estos tiempos adversos, defendiendo una mirada científica abierta, crítica y genuinamente diversa.

Juan A. Pérez Claros



La imagen comentada



Crédito de las imágenes: Naia Salas Vega.

La explosión cámbrica es una radiación evolutiva que tuvo lugar en el Cámbrico temprano el cual arranca hace aproximadamente 538 millones de años. Es una de las más notables de la historia de la biota, ya que en 10 millones de años se desarrollaron la mayor parte de los planes corporales presentes en los grupos actuales de animales, aunque varias de sus formas originales no llegaron a día de hoy. Aparecieron los primeros esqueletos mineralizados, lo que facilitó el proceso de fosilización. Por otro lado, el aumento de oxígeno en la atmósfera fomentó el crecimiento de las estructuras corporales y

el calentamiento global y la subida del nivel del mar crearon hábitats favorables. En los sedimentos cámbicos, como Burgess Shale, en Canadá, y la formación de Chenjiang, en China, se encontraron infinidad de fósiles de este periodo, algunos de ellos representados en esta ilustración: Los géneros *Anomalocaris* (1), *Tamisiocaris* (2), *Opabinia* (3), *Hallucigenia* (4), *Marrella* (5), *Pikaia* (6), la clase Trilobites (7), el género *Vetulicola* (8) y las especies *Cotyledion tylodes* (9) y *Xianguangia sinica* (10).

Naia Salas Vega
Estudiante del Grado en Biología
Universidad de Málaga
naiasv03@gmail.com

HISTORIA DE LA BIOLOGÍA CELULAR A TRAVÉS DE LOS SELLOS POSTALES (I)

por ANTONIO J. JIMÉNEZ LARA Y JUAN J. BORREGO

DEPARTAMENTOS DE BIOLOGÍA CELULAR, GENÉTICA Y FISIOLOGÍA Y DE MICROBIOLOGÍA.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA.

AJJIMENEZ@UMA.ES; JJBORREGO@UMA.ES

Palabras clave: Biología Celular, Historia, sellos postales.

Keywords: Cellular Biology, History, postage stamps.

Resumen: Se realiza una revisión de la historia de la Biología Celular a través de los sellos postales. En el primer artículo se realiza un desarrollo histórico de esta disciplina dentro de la Biología.

Abstract: A review of the history of Cell Biology is made through postage stamps. In the first article a historical development of this discipline within Biology is made.

La biología celular moderna deriva de las disciplinas citología (del griego *cito*,célula; *logia*, estudio) e histología (del griego *histo*,tejido), que nacieron con un carácter descriptivo de las células y sus organizaciones en tejidos y órganos. La progresión en los conocimientos en biología celular estuvo condicionada al desarrollo tecnológico de la microscopía, procesamiento de los materiales biológicos y desarrollo de otras disciplinas.

Para poder observar y entender la célula fue necesario desarrollar un instrumento esencial, el microscopio (del griego *mikros*, pequeño; y *scopio*, observar)

compuesto, que en su forma más elemental contiene dos lentes que permiten obtener una imagen aumentada de la muestra biológica observada por refracción. El primer microscopio compuesto se atribuye en 1595 al inventor y fabricante de lentes neerlandés Zacharias Janssen (1585-1632). El microscopio de Janssen contenía lentes en dos tubos de latón que se deslizaban uno dentro del otro y llegaba a aumentar nueve veces. Galileo Galilei (1564-1642) (Fig. 1a), en 1610, hizo una adaptación de su telescopio para ser usado a modo de un microscopio compuesto.



Figura 1. (a) Galileo Galilei. Italia (1942), catálogo Unificato n.º 464. (b) Microscopio de Huntley. República Democrática de Alemania (1980), catálogo Michel n.º 2534. (c) Microscopio de Magny. República Democrática de Alemania (1980), catálogo Michel n.º 2535.

A lo largo del siglo XVIII tienen lugar varios avances en las estructuras, materiales, componentes y accesorios de los microscopios, destacando los microscopios construidos por Robert Huntley en 1740 y el de Alexis Magny once años después (Figs. 1b y 1c). Estos primeros microscopios compuestos aportaban imágenes con muchas aberraciones que deformaban los objetos. Por ello, las observaciones eran muy meritorias y exigían mucho tiempo. En el desarrollo de los microscopios destacarían los progresos realizados en sus lentes, denominados objetivos. Las mejoras más

importantes de la óptica surgieron cuando el físico alemán Ernst Abbe (1840-1905) (Fig. 2a) establece en 1873 la implicación de la apertura numérica y la longitud de onda en la capacidad de resolución del microscopio (Fig. 2b). Abbe, trabajando con Carl Zeiss (1816-1888) (Fig. 2c), además destacó por inventar los objetivos apocromáticos (1881), que corrigen aberraciones cromáticas y esféricas, además de un condensador de luz y mejorar la microscopía de inmersión, sustituyendo el agua por aceite de cedro, lo que permite obtener un mayor poder de resolución.



Figura 2. (a) Ernst Abbe. República Democrática de Alemania (1956), catálogo Michel n.º 545. (b) Microscopio óptico compuesto. Islas Caimán (1982), catálogo Stanley-Gibbons n.º 547.(c) Carl Zeiss. República Democrática de Alemania (1956), catálogo Michel n.º 547.

Por otro lado, aparecen nuevas formas de microscopía óptica. Una de ellas es la de contraste de fases, desarrollada por el físico neerlandés Frits Zernike (1888-1966) (Fig. 3a) y por la que le concedieron el Premio Nobel en Física en 1953. En 1952, el físico polaco Georges Nomarski (1919-1997) inventa su sistema de contraste por interferencia diferencial para el microscopio óptico. Estos tipos de microscopía serán útiles para los estudios de cultivos celulares y de las células vivas. Llegado un momento en el que están disponibles los microscopios ópticos con su máximo

poder de resolución posible, surgiría la microscopía electrónica que aportaría un salto revolucionario en el estudio de la célula. El primer microscopio electrónico lo desarrollaron en la década de los años 1930, en Alemania, Max Knoll (1897-1969) y Ernest Ruska (1906-1988) (Fig. 3b). Por diseñarlo, Ruska recibe el Premio Nobel de Física en 1986, juntamente con Gerd Bining (nacido en 1947) y Heinrich Rohrer (1933-2013) por el desarrollo del microscopio de efecto túnel en 1981.



Figura 3. (a) Frits Zernike. Países Bajos (1995), catálogo Michel n.º 1553. (b) Ernst Ruska. Rumanía (1999), catálogo Michel n.º 5433.

En el uso del microscopio electrónico, al igual que con el microscopio óptico, se necesitó un perfeccionamiento técnico progresivo, sobre todo dirigido al procesamiento de los tejidos. Un avance esencial se logró en 1945 gracias al uso de tetróxido de osmio como fijador, que además aportaba contraste. En 1952, el rumano-americano George Palade (1912-2008) (Fig. 4), el canadiense-americano Heith Porter (1912-1997), el sueco Fritiof Sjöstrand (1912-2011) y el británico Hugh Huxley (1923-2013) desarrollaron métodos para obtener secciones ultrafinas. Un contraste superior en las muestras se logró en 1958 gracias al empleo del hidróxido de plomo. Si bien la microscopía electrónica fue importante por posibilitar la observación de las células con un poder de resolución mucho mayor, logrando distinguir estructuras que antes eran inaccesibles, se debe destacar su papel unificador del estudio de la estructura con la función. Eso fue posible gracias a su combinación con técnicas como el fraccionamiento celular, la autorradiografía, la histoquímica y la inmunohistoquímica.



Figura 4. George E. Palade, premio Nobel en 1974 por sus innovaciones en la microscopía electrónica para el estudio de estructuras y funciones de los orgánulos celulares. Rumanía (2016), catálogo Michel n.º 7051. Este investigador descubrió en la década de 1950 los ribosomas del retículo endoplasmático.

A finales de los años 1980 empieza a ser disponible de forma comercial el microscopio láser confocal, marcando una revolución en la forma de observar las células vivas o en preparaciones fijadas. Este microscopio no solo logra una mayor resolución, sino también el seccionamiento óptico de secciones gruesas y la reconstrucción de imágenes en tres dimensiones. En torno al microscopio láser confocal derivan sucesivamente nuevas prestaciones que han permitido obtener mayor resolución y nuevos tipos de observaciones experimentales antes inaccesibles para los biólogos celulares (Fig. 5).

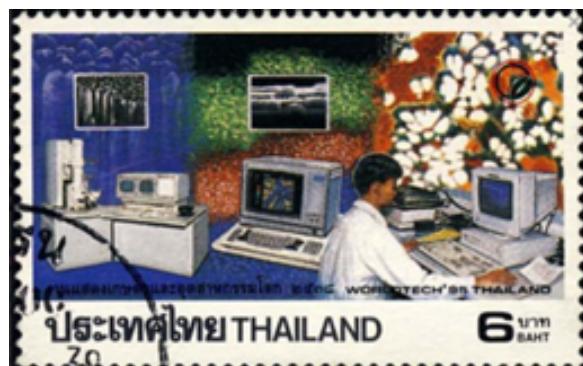


Figura 5. Microscopio láser confocal. Tailandia (1995), catálogo Michel n.º 1664.

La biología celular estudia tanto estructuras subcelulares como los niveles de organización superiores, donde las células de diferentes tipos con sus matrices extracelulares se asocian para formar los tejidos y órganos. En la biología celular converge el estudio de la relación entre estructura, función y composición química, gracias a las aportaciones de otras disciplinas como la fisiología, la bioquímica y la genética. La fisiología permitió relacionar morfología y función de los órganos y tejidos. En el caso de la bioquímica, el fraccionamiento celular posibilitó el aislamiento para su estudio de orgánulos celulares, como el núcleo, el retículo endoplasmático liso y rugoso, las mitocondrias,

los lisosomas o los peroxisomas. La microscopía electrónica definitivamente permitió localizar y asignar los diversos procesos químicos y metabólicos celulares a los diferentes orgánulos. En 2017, tres biofísicos, Jacques Dubochet, Joachim Frank y Richard Hender-

son (Fig. 6a-c) recibieron el Premio Nobel de Química «por desarrollar la criomicroscopía electrónica para la determinación estructural en alta resolución de biomoléculas en solución».

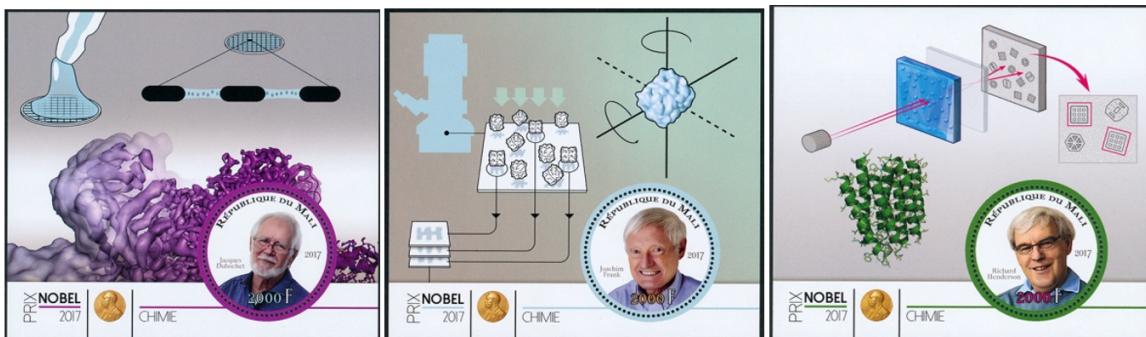


Figura 6. (a) Jacques Dubochet. República de Mali (2018), catálogo Colnect n.º 2018-08. (b) Joachim Frank. República de Mali (2018), catálogo Colnect n.º 2018-09. (c) Richard Henderson. República de Mali (2018), catálogo Colnect n.º 2018-10.

Otros avances tecnológicos

A lo largo del siglo XIX, el estudio bajo el microscopio óptico también requirió el desarrollo de técnicas que permitían observar las células y tejidos con mayor fiabilidad, resolución y reproductibilidad, evitando la aparición de artefactos. Se necesitaba una fijación adecuada, secciones delgadas de los tejidos y contraste mediante colorantes. Al principio se usaban frecuentemente materiales necrosados, macerados o extensiones mal preservadas, hasta que empezaron a emplearse diversas sustancias como fijadoras, que fueron inicialmente alcohol, ácido crómico, bicromato de potasio, tetróxido de osmio, etc. En 1666, Robert Boyle (1627-1691) (Fig. 7) apreció que el tratamiento de los tejidos con etanol evitaba su descomposición para su observación, comprobando que además los endurecía y hacía más fácil su seccionamiento en finas lonchas para su mejor resolución bajo el microscopio. En la década de 1850, Franz Schulze (1815-1921) y su discípulo Max Schultze (1825-1874) apreciaron la utilidad del tetróxido de osmio (entonces llamado ácido ósmico) en la fijación, aunque resultaba ser un reactivo caro, lábil, de poca penetración y lento. El tetróxido de osmio más adelante se convertiría en un fijador clave y agente de contraste esencial para la microscopía electrónica. El formol o formalina (forma diluida no tamponada del formaldehído) comenzó a usarse para microscopía a finales del siglo XIX. Otro avance esencial fue la introducción en 1869 por Edwin Klebs (1834-1913) de técnicas de endurecimiento de las muestras con parafina, aunque inicialmente fue usada solamente para englobar las piezas a cortar, sin llevar a cabo un verdadero proceso de inclusión.

El uso de la parafina se puso definitivamente a punto en 1880 y los primeros microtomos para obtener secciones de parafina se utilizaron entre 1870 y 1882.



Figura 7. Robert Boyle. Reino Unido (2010), catálogo Stanley Gibbons n.º 3026.

El uso de colorantes en el procesamiento de las muestras biológicas contribuyó proporcionando color y contraste bajo el microscopio. (Fig. 8). El rojo carmín, un colorante derivado de la cochinilla, fue uno de los primeros utilizados, introduciéndose en 1770 por John Hill (1717-1775) en el estudio de la madera. En 1851, Alfonso Corti (1822-1876) empleó una solución de alcohol y carmín para el estudio del epitelio de la cóclea. Joseph Gerlach (1820-1896) también empleó carmín en el tejido nervioso, lo que le hizo proponer que a diferencia de otros tejidos no presentan células individualizadas, postulando lo que se convertiría en la teoría reticular.



Figura 8. Fijación y tinciones de células. Grecia (2018), catálogo Michel n.º 2987, 2990 y 2991.

El uso de la hematoxilina como colorante se establece en el laboratorio de Rudolph von Kölliker (1817-1905). Este colorante se obtiene de la madera, pero para ser usado como colorante tenía que ser tratado con alumbre. Más tarde se empezarían a emplear colorantes derivados de la anilina, que habían revolucionado la industria textil y que contribuyeron sustancialmente al desarrollo de la histología. El primer colorante derivado de la anilina se obtuvo de forma accidental por un estudiante de química, William Henry Perkin (1838-1907) en 1853. En un principio se desconocía bastante la naturaleza de la afinidad de los colorantes, hasta que entre las décadas de 1880 y 1930 se desarrolla la histoquímica como disciplina. Entonces, la utilización de los colorantes se generaliza e incluso se le asigna una utilidad terapéutica. Por ello, en 1922, fue necesaria la creación en Estados Unidos de la Commission on Standardization of Biological Stains para establecer un sistema de clasificación y estandarización de los colorantes. El uso de colorantes va a cumplir un papel esencial para resolver la pugna entre dos teorías principales sobre la patogénesis en las enfermedades, la teoría de membranas de Xavier Bichat (1771-1802) y la de patología celular de Rudolf Virchow (1821-1902), donde respectivamente se postulaba su origen en los tejidos o en las células. Los colorantes van a ser empleados en histopatología para reconocer el origen celular de las enfermedades, identificando los agentes etiológicos de enfermedades. Por tanto, ayudarían a confirmar la teoría germinal de Louis Pasteur (1822-1895) y los postulados de Robert Koch (1843-1910). En el uso de colorantes en medicina destaca Paul Ehrlich (1854-1915) (Fig. 9a), Premio Nobel de Medicina y Fisiología en 1908 por su trabajo en la química inmunológica. Ehrlich empleó azul de metileno y rojo de tripano para tratar, respectivamente, malaria y tripanosomiasis. También llevó a cabo un estudio sistemático con colorantes para distinguir los leucocitos de la sangre.



Figura 9. (a) Paul Ehrlich. Gambia (1995), catálogo Michel n.º 2135. (b) Georgius Papanikolaou. Estados Unidos de América (1978), catálogo Scott n.º 1754.

Al uso de tinciones basadas en un solo colorante se fueron añadiendo nuevas técnicas donde se combinaban dos colorantes, como es la hematoxilina-eosina. La primera tinción con tres colorantes, es decir tricrómica, fue desarrollada en 1900 por el médico histopatólogo estadounidense Frank Mallory (1862-1941). En el siglo XX aparecen tinciones para el estudio específico de tejidos. Un ejemplo es la hematológica desarrollada en 1891 por el médico ruso Dmitri Romanowsky (1861-1921), seguida por sus variantes como las diseñadas por el químico alemán Gustav Giemsa (1867-1948) o el patólogo estadounidense James Wright (1869-1928). El médico griego Georgius Papanikolaou (1883-1962) (Fig. 9b) diseña en la década de 1920 una técnica de tinción que es la base de la citopatología moderna, es decir, la diagnosis de patologías a nivel celular. Para el tejido nervioso se implementan las tinciones desarrolladas por Camillo Golgi (1843-1926) en 1873, Franz Nissl (1860-1919) en 1894 y Pío del Río-Hortega (1882-1945) en 1917. En cuanto al tejido conectivo destacarán la tinción de Azan-Mallory en 1915 y el tricrómico de Masson en 1929. Con el desarrollo de la histoquímica aparecen las primeras tinciones dirigidas a identificar componentes químicos en los tejidos, como hierro con la técnica desarrollada por

Perls (1867), lípidos con sudán III por Daddi (1896) y aceite rojo O (OilRedO) por French (1926), calcio por vonKossa (1901), mucus con mucicarmina por Mayer (1896), ácidos nucleicos por Feulgen (1914), amiloide con rojo congo por Benhold (1922), melanina por Fontana (1922) o bilis por Fouchet (1917). En torno a la década de 1940 aparecen técnicas histoquímicas relevantes como el tricrómico de Gomori (1939) que permite detectar gránulos de secreción endocrinos y la técnica del ácido periódico-base de Schiff (PAS) de Hotchkiss (1948). Otro impulso en las técnicas histoquímicas en este periodo de tiempo lo constituyen las tinciones para mielina de Klüver y Barrera (1953), mucina con azul alciano-PAS y la mayoría de las específicas para enzimas (histoenzimáticas) relacionadas con miopatologías. Como resultado del gran desarrollo de las técnicas histoquímicas, a mediados del siglo XX se publican dos tratados esenciales que serían usados sistemáticamente por los biólogos celulares: *Microscopic Histochemistry* (1952, Histoquímica microscópica) de George Gomori (1905-1957); e *Histochemistry. Theoretical and Applied* (1953, Histoquímica. Teórica y aplicada) de Everson Pearse (1916-2003). El desarrollo posterior de la inmunohistoquímica permitirá un avance sustancial en la biología celular, desbancando a la histoquímica, porque hacía posible detectar microscópicamente la expresión específica y en cantidades pequeñas de proteínas, gracias a las propiedades de los anticuerpos. Michael Heidelberger (1888-1991) es considerado el padre de la inmunología moderna y es uno de los fundadores de la inmunohistoquímica. La inmunohistoquímica se basa en la utilización de un anticuerpo específico, previamente ligado a una enzima que se detecta histoenzimológicamente al transformar un sustrato. La enzima acoplada no afecta la capa-

cidad del anticuerpo para formar un complejo con el antígeno. Previamente a la inmunohistoquímica, los anticuerpos habían sido conjugados con colorantes o moléculas fluorescentes (fluorocromos). John Richardson Marrack (1886-1975) fue el primero en incorporar un colorante (rojo) a los anticuerpos. En 1941, Albert Hewett Coons (1912-1978), Hugh Creech (1910-2003) y otros colaboradores desarrollan una metodología donde marcan anticuerpos con fluoresceína (técnica de inmunofluorescencia). No obstante, para la labor de diagnóstico de los histopatólogos el requerimiento de un microscopio de fluorescencia sería una gran limitación. La inmunofluorescencia resurge cuando se implementa en investigación, décadas más tarde, el microscopio láser confocal. Sin embargo, en su momento, la inmunofluorescencia contribuyó al desarrollo paralelo de la inmunohistoquímica, que fue extendida, primordialmente, por los trabajos de Morris Karnovsky (1926-2018), donde se conjugaron los anticuerpos con la enzima peroxidasa de rábano para ser detectada histoenzimáticamente con el microscopio óptico convencional. En esta línea destaca el trabajo de Ludwig Sternberg y colaboradores, donde desarrollan el uso de anticuerpos combinados con el complejo peroxidasa-antiperoxidasa (PAP). El PAP les permite detectar con más sensibilidad pequeñas cantidades de proteínas en diversos tejidos. El uso de anticuerpos monoclonales en inmunohistoquímica se va a establecer como una herramienta esencial, sobre todo para el diagnóstico patológico. El método de producción de este tipo de anticuerpos se debe a Georges Köhler (1946-1995) (Fig. 10a), César Milstein (1927-2002) (Fig. 10b) y Niels K Jerne (1911-1994), por lo que recibieron el Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1984.



Figura 10. (a) Georges Köhler. Granada (1995), catálogo Michel n.º 3085. (b) César Milstein. República de Argentina (2005),

catálogo Michel n.º 2974

Un avance metodológico sustancial en la biología celular fue el desarrollo de técnicas de cultivos celulares, donde se pueden mantener células vivas de forma aislada y libres de la influencia de otras. Estos estudios se denominan *in vitro* para distinguirlos de los realizados en organismos intactos (*in vivo*). Gracias a los cultivos celulares no solo evolucionaría la biología celular, sino también haría posible el cultivo y aislamiento de virus, pruebas farmacológicas, la terapia celular del cáncer, la fecundación *in vitro* y la producción de anticuerpos monoclonales. El cultivo implica que las células, una vez extraídas de los tejidos de origen, puedan ser mantenidas *in vitro* preservando al máximo sus propiedades fisiológicas, bioquímicas y genéticas. Se podría decir que la historia de los cultivos celulares comienza cuando, en 1885, el médico alemán Wilhelm Roux (1850-1924) mostró que células del embrión de pollo podrían ser mantenidas vivas durante unos días en una solución salina. Entre 1906 y 1907 el médico estadounidense Ross Harrison (1870-1959), cultivando células de médula espinal, aportaría una nueva prueba que consolida la teoría neuronal. Demuestra que los axones se producen como extensión de neuroblastos y no por fusión de células, como se creía por entonces. Harrison también cultivó células de la cresta neural de anfibios y observó su diferenciación en epidérmicas y

musculares. A pesar de todas estas experiencias, se considera que el nacimiento como tal de la técnica de cultivos celulares tiene lugar a partir de 1909, cuando Thomas Burrows (1884-1947) y Alexis Carrel (1873-1944) (Fig. 11a) lo realizan a partir de tejidos de animales homeotermos, en forma de pequeños trozos de tejido denominados explantes. En 1948, el biólogo celular Wilton Earle (1902-1964) y sus colaboradores pudieron establecer una línea celular derivada de fibroblastos de ratón y la primera línea celular clonal. En 1952 George Gey establece la línea celular inmortalizada HeLa, derivada de un carcinoma cervical uterino de la paciente HeneriettaLacks. Las células HeLa se convertirán en unas de las más empleadas en investigación en biología celular. A finales del siglo XX y principios del XXI se logra realizar cultivos en 3-D, abriendo posibilidades al desarrollo de la medicina regenerativa. Los cultivos celulares han posibilitado descubrimientos esenciales en relación con las células madre, que se revelan como una herramienta esperanzadora para el tratamiento de enfermedades (Fig. 11b). Los organoides que se pueden obtener a partir de células madre son pequeñas agregaciones celulares en cultivo que constituyen diminutos órganos. Los organoides están permitiendo cambiar la forma en la que se estudian y se pueden tratar las enfermedades.



Figura 11. (a) Alexis Carrel. Suecia (1972), catálogo Michel n.º 787. (b) Células madre: J. Til y E. McCulloch. Canadá (2020), catálogo Michel n.º 3821

RETOS EN LA LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

por DAVID GALADÍ-ENRÍQUEZ*, BLANCA TROUGHTON**, M.R. LÓPEZ-RAMÍREZ***

* DEPARTAMENTO DE FÍSICA, UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

** MATEMÁTICA, DIVULGADORA Y ARTISTA

*** DEPARTAMENTO DE QUÍMICA FÍSICA, FACULTAD DE CIENCIAS (UMA)

MRLOPEZ@UMA.ES

Palabras clave: contaminación lumínica, Dark-Sky Association (IDA), Fundación Starlight, legislación ambiental, ciencia ciudadana.

Keywords: light pollution, Dark-Sky Association (IDA), Starlight Foundation, environmental regulation, citizen science.

Resumen: El cielo es el paisaje cultural más común y ancestral a todas las civilizaciones del mundo y el hecho de que todos compartamos inquietudes relacionadas con el origen y el destino del universo es en realidad el verdadero Patrimonio de la Humanidad. Desde el descubrimiento de la luz artificial eléctrica en 1879 por Thomas Edison hasta nuestros días, la tecnología de luminarias y lámparas ha experimentado un enorme avance adaptándose a todas las necesidades del entorno y de los seres humanos, suponiendo un salto exponencial en el desarrollo y bienestar de la sociedad, aunque su uso abusivo y en muchos casos descontrolado, ha convertido un elemento de progreso en una amenaza para preservar los ciclos naturales de los seres vivos.

Abstract: *The sky is the most common and ancient cultural landscape shared by all civilizations across the world. The fact that we all share concerns related to the origin and destiny of the universe is, in truth, the genuine Heritage of Humanity. Since the invention of electric artificial light in 1879 by Thomas Edison, lighting technologies and systems have undergone tremendous advancements, adapting to the diverse needs of both the environment and human beings. This progress has marked an exponential leap in societal development and well-being. However, its excessive and often uncontrolled use has turned what was once a symbol of progress into a threat to the preservation of the natural cycles of living organisms.*

La contaminación lumínica y sus consecuencias

Con anterioridad al s. XX la mayoría de la población reconocía y podía identificar objetos celestes más o menos brillantes en el cielo pues, de forma natural, la única luz nocturna que se recibía provenía de los objetos celestes y de la Luna. El segundo objeto más brillante del cielo nocturno era el planeta Venus y le seguían Júpiter, Sirio, Canopus, Marte y Mercurio. En este panorama muchos descubrimientos se llevaron a cabo con observaciones directas del cielo nocturno cuya importancia ha sentado las bases de la astronomía moderna. En cambio, hoy día todo es muy distinto y puede afirmarse que una tercera parte de la población no ha visto nunca la Vía Láctea debido a la contaminación lumínica (Figura 1).

La definición de contaminación lumínica ha sido históricamente un tema bastante controvertido, aunque en términos generales se acepta actualmente que supone una alteración de la oscuridad natural del medio nocturno originada por fuentes artificiales

de luz [2]. Aunque no produce una contaminación de efectos nocivos inminentes, hay dos características que la convierten en un agente contaminante dañino: por un lado, su capacidad para propagarse en todas direcciones y, por otro, la velocidad con la que lo hace, próxima a la velocidad de la luz. Así, los efectos perjudiciales de la luz artificial en la naturaleza están demostrados independientemente de la eficiencia de los sistemas de iluminación que la produzcan [3,4]. En este sentido, el tipo de iluminación exterior ha experimentado grandes cambios pasando de lámparas de espectro estrecho (por ejemplo, sodio de baja presión) a lámparas de ancho espectro [*Light-emitting diode (LED)*], lo que ha ocasionado un incremento de las emisiones en la parte azul del espectro visible [5,6]. La mayor eficiencia energética y reducciones asociadas al consumo de energía del uso de LED contrastan con los cambios intencionados en la composición espectral de sus emisiones, que a menudo se vuelven más blancas, con el propósito de suministrar una mejor reproducción cromática para la visión humana.



Figura 1. Efecto de la luz artificial en el cielo nocturno. Fuente: International Dark-Sky Association.

Como han demostrado las investigaciones de Alejandro Sánchez de Miguel y otros [7] durante la última década, los cambios espectrales se han generalizado

en toda Europa y ha habido un blanqueamiento pronunciado de la luz artificial que está erosionando los ciclos nocturnos naturales en todo el continente lo que ocasiona una mayor probabilidad de impactos biológicos negativos. Para obtener estos resultados han expresado las emisiones de luz artificial nocturnas obtenidas a partir de imágenes tomadas con cámaras digitales por astronautas desde la Estación Espacial Internacional, como *ratios azul/verde* (B/G) y verde/rojo (G/R) que revelan características clave de la variación espacial y temporal en el espectro de la luz artificial. En toda Europa hubo cambios sistemáticos en las distribuciones de frecuencia B/G y, en particular, las relaciones de las *ratios G/R* entre dos períodos de tiempo seleccionados (Figura 2), con el resultado de aumentos tanto en los valores de las *ratios B/G* como *G/R* debido fundamentalmente a la instalación de iluminación LED, sobre todo en las grandes ciudades.

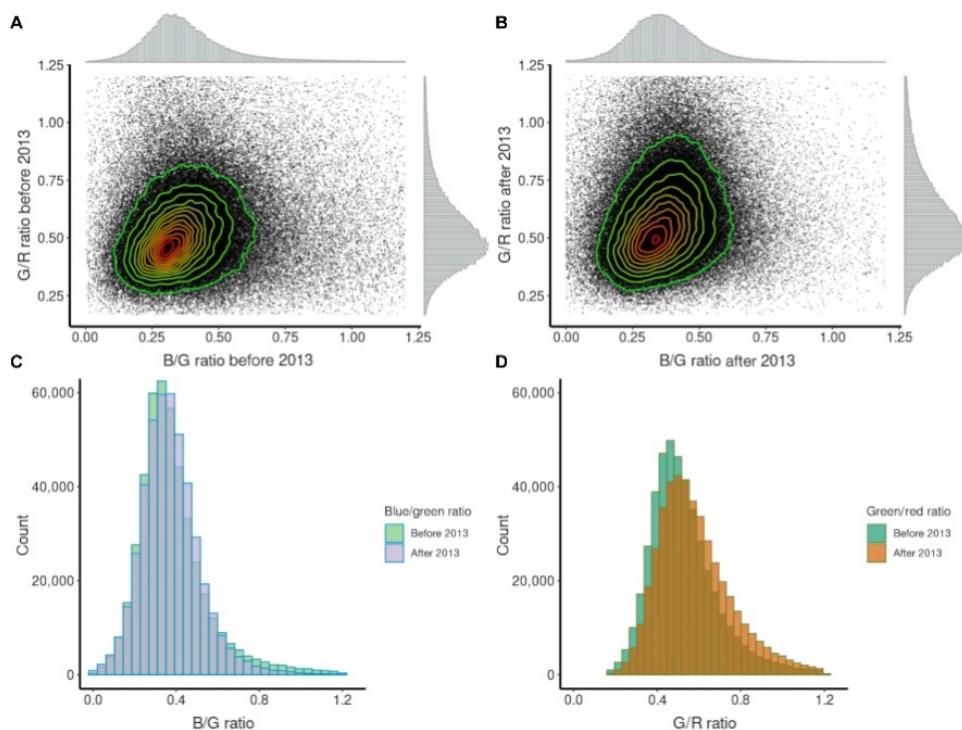


Figura 2. Cambio temporal en las *ratios B/G* y *G/R* de las emisiones de luz nocturna en toda Europa para (A) 2012–2013 y (B) 2014–2020. Los contornos muestran la densidad de puntos, en rojo se muestra la densidad más alta y en verde la densidad más baja. Histogramas de las frecuencias en píxeles de 500 m con diferentes relaciones (C) B/G y (D) G/R para 2012–2013 y 2014–2020 [7].

Estos cambios influirán en los ciclos nocturnos de muchas especies incluidos los seres humanos, existiendo al mismo tiempo la inquietante preocupación de que la pérdida de visibilidad del cielo nocturno natural pueda tener un impacto en el sentido de la «naturaleza» de las personas y de su lugar en el universo, así como el consecuente perjuicio científico en las observaciones astronómicas [8,9] que, actualmen-

te, se están empeorando considerablemente con el aumento de las constelaciones de satélites artificiales [10].

El desafío legislativo

La contaminación lumínica tiene su origen en instalaciones de alumbrado que se diseñan y ejecutan

en los ámbitos de la arquitectura y el urbanismo, un conjunto de actividades sometido a normativas legales muy estrictas. Por eso parece razonable proponer que el control de la contaminación lumínica se aborde introduciendo restricciones específicas en las normas que rigen las instalaciones de alumbrado. Las primeras normas sobre contaminación lumínica en España surgieron a nivel municipal, en forma de ordenanzas como la de Tàrrega (Lérida), en la última década del siglo XX. La isla de La Palma y parte de la de Tenerife cuentan con una norma, la «ley del cielo», de carácter exclusivamente astronómico y de alcance limitado. El conocimiento del problema condujo, con el paso del tiempo, a la aparición de normas autonómicas (recordemos que en España las competencias en medio ambiente están transferidas a las administraciones regionales). Así, hoy día cuentan con legislación sobre contaminación lumínica [11] siete comunidades: Cataluña (preursora en este caso), Baleares, Navarra, Cantabria, Andalucía, Castilla y León, Extremadura. En el caso andaluz, la contaminación lumínica se incluye en la Ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, del año 2007. El escaso interés político del tema queda más que claro cuando se observa que la parte de contaminación lumínica de esa norma tuvo que esperar a febrero de 2025 para contar con desarrollo reglamentario [12], dieciocho años después. A nivel de todo el país solo existen normativas de carácter industrial y constructivo, como el Real Decreto 1890/2008 [13] sobre «eficiencia energética», el cual es posible que se renueve próximamente, pero sin cambiar el enfoque que lo vincula a la industria. Ninguna legislación existente ha logrado que se reduzca la contaminación lumínica, que sigue aumentando incluso en los territorios dotados de las normas más restrictivas, como puede ser el caso de la isla de La Palma. Todas las normas vigentes en el mundo, lo cual incluye las españolas, adoptan un enfoque «punto a punto», en el sentido de que establecen restricciones sobre las características de cada punto de luz o de cada instalación completa (nivel de iluminancia, uniformidad, etc.), pero no fijan ningún límite global, con lo que hay vía libre para el incremento continuo de la cantidad de luz injectada en el medio natural, una contaminación que, eso sí, se produce en luminarias cada vez más eficientes y mejor diseñadas de manera individual. Los estudios sobre contaminación lumínica se vienen esforzando, desde hace décadas, por situar este problema ambiental en el marco que le corresponde, el de la contaminación de la atmósfera por agentes físicos. Identificar la contaminación lumínica como una dimensión más de la polución ambiental tiene grandes implicaciones desde el punto de vista

científico, pero tiene mucho mayor alcance cuando se consideran sus implicaciones desde el punto de vista legal. Es necesario, ante todo, sacar el asunto fuera de la legislación industrial para devolverlo íntegramente al ámbito de la normativa ambiental. También parece imprescindible que las normas sobre contaminación lumínica sigan los mismos patrones que la regulación de otros agentes contaminantes atmosféricos y se pase de una normativa «punto a punto» a una regulación global, que establezca límites máximos sobre la concentración de fotones en la atmósfera (de acuerdo con métricas que están por definir) así como cuotas territoriales de emisiones según la población y la extensión. Para que se adopte este enfoque, que es nuevo en contaminación lumínica pero el pan nuestro de cada día [14] en otros problemas ambientales, sería muy conveniente que se estableciera un marco legislativo superior a nivel de la Unión Europea. Esta regulación europea por ahora no existe [15]. La ley por sí sola puede tener algún efecto, pero solo puede ser totalmente efectiva si se cuenta con una ciudadanía concienciada. Por eso, la introducción de leyes, normas y ordenanzas debería ir siempre acompañada de acciones sistemáticas y prolongadas en el tiempo para la difusión del problema, sus causas, consecuencias y soluciones. La contaminación lumínica tiene aspectos físicos, biológicos, médicos, de gestión de la energía y legales, pero sigue siendo, en primer lugar, un problema de comunicación social de la ciencia.

Entidades y herramientas involucradas en la lucha contra la contaminación lumínica

Durante las noches sin luna lejos de las urbes, la luminancia del fondo del cielo es de aproximadamente 22 mag/arc-sec² en la banda V de Johnson-Cousins, que es el sistema fotométrico más conocido. Este valor puede verse afectado por pequeños aumentos en el brillo que degradan de forma considerable la calidad del cielo nocturno [8], pasando de poder observar unas 2500 estrellas en un cielo oscuro a apenas unas 25 desde una ciudad. Si bien la contaminación lumínica se termina de forma brusca apagando la luz y de forma inteligente haciendo un uso racional y sostenible de la misma, las consecuencias futuras de su mal uso serán irremediables afectando a la pérdida cultural y de biodiversidad. «Sin cielo no hay planeta» apunta la astrofísica Antonia Varela, investigadora del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), quien sostiene la necesidad de crear un pacto mundial en defensa del cielo. Observatorios, industria, comunidades astronómicas y responsables políticos nacionales e internacionales deben de trabajar de forma coordinada para reducir el impacto de la contaminación lumínica

[16]. Además del esfuerzo de los profesionales, es muy importante la colaboración ciudadana y por ello se han desarrollado proyectos de divulgación científica que invitan a la población a determinar el impacto de la contaminación lumínica con la ayuda de aplicaciones para teléfonos móviles inteligentes. Bien tomando fotografías de los espectros de emisión de las farolas a pie de calle con «Street Spectra» mediante una

red de difracción de bajo costo, o bien a simple vista observando las estrellas como «Globe at Night», la «Pérdida de la Noche» o «Vigilantes de la Noche». Éste último tiene la ventaja de mostrar al observador diferentes mapas con las estrellas visibles alrededor de su cenit lo que permite comparar resultados de forma homogénea.

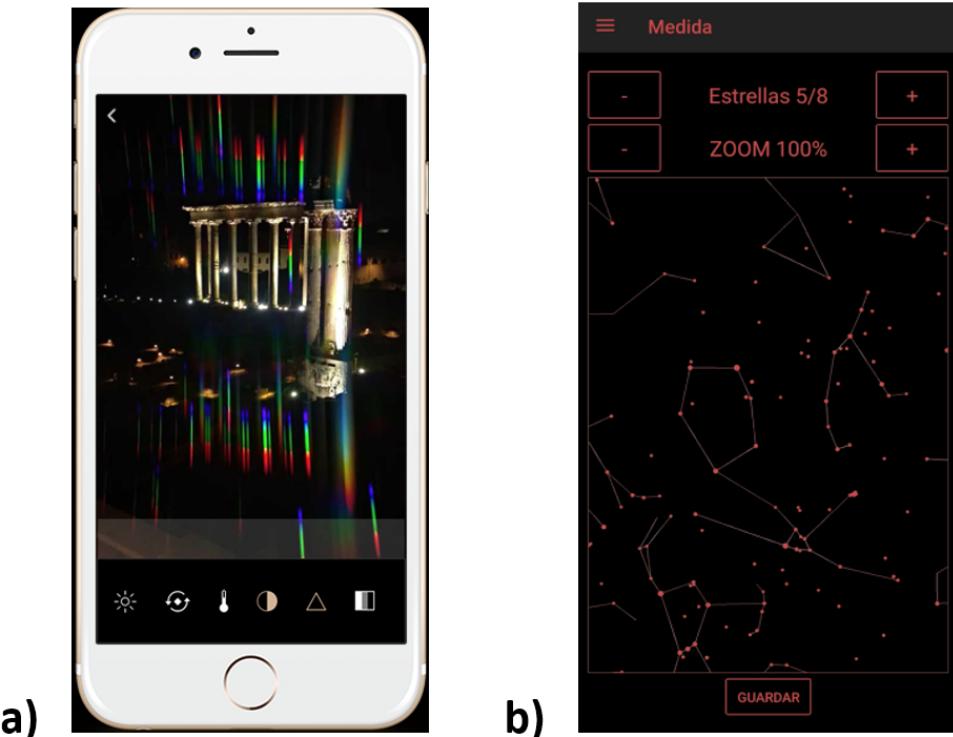


Figura 3. Espectros de farolas usando la aplicación «Street Spectra» (a) y medida de la magnitud de brillo del fondo del cielo usando la aplicación «Vigilantes de la Noche» (b).

La participación masiva es muy importante, ya que la media aritmética nos dará un valor muy fiable de la contaminación lumínica en la zona y permite seguir su evolución temporal y se sabe que ha aumentado casi un 50 % en sólo 25 años [17]. Este hecho ha impulsado otros proyectos de ciencia ciudadana como «Cities at Night» que está elaborando el primer atlas nocturno de la Tierra en color verdadero con la ayuda de miles de voluntarios, que localizan y georreferencian las imágenes nocturnas de la Tierra obtenidas por los astronautas desde la ISS. En España contamos con importantes entidades en pro de la defensa y cuidado del cielo valorándolo como recurso cultural, medioambiental, turístico y científico. Entre ellas, la Fundación Starlight ha creado las Certificaciones Starlight para impulsar y valorar el cielo como recurso económico sostenible local a través del astroturismo garantizando el disfrute de ver las estrellas. En el IAA-CSIC la Oficina de Calidad del Cielo es dinamizadora en Andalucía del cielo como

recurso generador de empleo a través del astroturismo como sector emergente, sostenible y de calidad, a la vez que aconsejan cómo hacer un uso racional de la iluminación para permitir un ahorro energético y proteger las especies que necesitan la oscuridad para sobrevivir. Por su parte la Federación de Asociaciones Astronómicas de España (FAAE) contribuye a estas acciones con la creación del certificado de Divulgadores Astronómicos. La asociación independiente Cel Fosc, que tiene entre sus objetivos influir en los ciudadanos para mejorar el alumbrado público y privado, aumentar la seguridad vial y vigilar el buen uso de los impuestos malgastados en instalaciones de iluminación deficientes, junto con la FAAE, han publicado el video «La contaminación lumínica depende de nosotros» basada en la exposición itinerante con el mismo nombre que está disponible de forma gratuita. Finalmente, es importante destacar que a nivel global la International Dark-Sky Association (IDA) y la UNESCO proponen eventos para la celebración

de la Semana Internacional del Cielo Oscuro y el Día Internacional de la Luz, respectivamente. Por otro lado, en los países de habla hispana la FAAE fomenta estas celebraciones con la convocatoria anual del concurso de frases sobre cielo oscuro para concienciar a la población.

Herramientas y páginas web específicas para ampliar información sobre contaminación lumínica:

<https://vigilantesdelanoche.uma.es/>
<https://globeatnight.org/>
<https://lossofthenight.blogspot.com/>
<https://citiesatnight.org/>
<https://www.celfosc.org>
<https://idsw.darksky.org>
<https://www.lightday.org>
<https://fundacionstarlight.org>
<https://www.iaa.csic.es/page/starlight>
<https://federacionastronomica.es>

Referencias

- [1] Gaston K.J. y otros. Impacts of artificial light at night on biological timings. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 48: 49–68, 2017.
- [2] Mizon, B. Light pollution: responses and remedies. *Springer Science & Business Media*, 2012.
- [3] Longcore, T. y Rodríguez, A. Rapid assessment of lamp spectrum to quantify ecological effects of light at night. *Journal of Experimental zoology. Part A, Ecological and Integrative Physiology* 329 (8-0): 511-521, 2018.
- [4] Longcore, T. y Rich, C. Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2: 191–198, 2004.
- [5] Donatello S y otros. Revision of the EU Green Public Procurement Criteria for Road Lighting and Traffic Signals (Publications Office of the European Union), 2019.
- [6] Schulte-Römer N. y otros. The LED paradox: How light pollution challenges experts to reconsider sustainable lighting. *Sustainability* 11: 6160, 2019.
- [7] Sánchez de Miguel A. y otros. Environmental risks from artificial nighttime lighting widespread and increasing across Europe. *Science Advances* 8, Issue 37, 2022.
- [8] Falchi F y otros. The new world atlas of artificial night sky brightness. *Sci. Adv.* 2: e1600377, 2016.
- [9] UN, Recommendations to Keep Dark and Quiet Skies for Science and Society (2021); https://www.unoosa.org/oosa/oosadoc/data/documents/2021/aac.105c.12021crp/aac.105c.12021crp.17_0.html (accedido 3 jun 2025).
- [10] Hainaut O. y Williams A.P., Impact of satellite constellations on astronomical observations with ESO telescopes in the visible and infrared domains. *Astronomy & Astrophysics* 636: A121, 2020, https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2020/04/aa37501-20/aa37501-20.html (accedido 3 jun 2025)
- [11] Red Española de Estudios sobre la Contaminación Lumínica (REECL), «Legislación española», <https://guaxi.fis.ucm.es/reecl/legislacion> (accedido 3 jun 2025).
- [12] Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, número 31 – viernes, 14 de febrero de 2025, página 2030, https://www.juntadeandalucia.es/eboja/2025/31/BOJA25-031-00025-2030-01_00315639.pdf (accedido 3 jun 2025).
- [13] Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, «Legislación consolidada», Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07, <https://www.boe.es/eli/es/rd/2008/11/14/1890/con> (accedido 3 jun 2025).
- [14] Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2011), Guía de la normativa estatal sobre emisiones a la atmósfera. Ley 34/2007 y Real Decreto 100/2011, NIPO: 770-11-347-1, (accedido 3 jun 2025).
- [15] DarkSky (2022), Pursuing Europe-wide action on light pollution, <https://www.darksky.org/pursuing-europe-wide-action-on-light-pollution/>, (accedido 3 jun 2025).
- [16] Varela Pérez, A. «The increasing effects of light pollution on professional and amateur astronomy» *Science*, 380 (6650): 1136-1140, 2023.
- [17] Sánchez de Miguel, A. y otros. «First Estimation of Global Trends in Nocturnal Power Emissions Reveals Acceleration of Light Pollution». *Remote Sensing*, 13(16): 3311, 2021.

Anecdotario científico

¿SE PUEDE TRANSMITIR EL PÁRKINSON?

James Parkinson (1755-1854) fue médico, botánico y geólogo londinense que cofundó la Sociedad Británica de Geología y escribió libros de campos tan dispares como la paleontología y la hiperuricemia (la gota), e incluso un libro en 1817 dedicado a lo que él llamó parálisis temblorosa (*paralysis agitans*). Pero gracias a la labor divulgativa de esta enfermedad realizada por el neurólogo y psiquiatra francés Jean-Martin Charcot (1825-1893), hoy todos la conocemos como la enfermedad de Parkinson o, lexicalizado por el uso, **el párkinson**.

Volviendo a la pregunta del título de esta anécdota, la respuesta que seguramente te rondará la cabeza es un «no» rotundo, porque ¡cómo va a ser contagiosa una enfermedad neurodegenerativa! Pero vamos a ver que la realidad a veces es tozuda.

Los expertos han demostrado que cuando padeces el párkinson se te mueren las neuronas que sintetizan y liberan la dopamina. Pero seguramente Barry Kidston no tuvo tiempo de reflexionar sobre el tema en 1976 cuando, tras uno de los pinchazos en los que se metía el superdemerol que sintetizaba en su sótano, empezó a experimentar los síntomas parkinsonianos. Parecía que, al pincharse la droga, se contagió la enfermedad, igual que otros drogadictos corren el riesgo de contagiarse de hepatitis C o sida.

Esto no hay quien lo entienda si no nos retrotraemos un poco más atrás para hablar de dos hechos independientes que marcarán esta historia. Me refiero a la guerra de Afganistán que empezó en 1979 y el golpe militar de Turquía en 1980. La primera alteró la producción de heroína y el segundo modificó su distribución. Así que los traficantes comenzaron a idear otras maneras de obtenerla sin depender del comercio exterior. Como robarla de las farmacias acabó siendo muy peligroso y difícil, se dedicaron a sintetizarla en laboratorios clandestinos, que parecía más fácil y rentable como nos ha dejado claro la serie de televisión *Breaking bad*. Así que partían de la petidina (recetada como Demerol o Dolantina) y la meperidina (Dolosal), que no eran más que un mal sucedáneo para los heroinómanos. Os recuerdo que Michael Jackson murió de una sobredosis involuntaria de Demerol, con lo que no digo nada y a lo mejor lo digo todo.

Pero volviendo a Barry Kidston, mientras se estaba doctorando en química a los 23 años, utilizó sus conocimientos para sintetizar un análogo de la petidina denominado MPPP (1-metil-4-fenil-4-propionpiperidina) que se denominó **superdemerol** porque los efectos eran

tan potentes y duraderos como los de la heroína. Barry se pasó meses sintetizándola en el sótano de la casa de sus padres para el autoconsumo. A partir de aquí, la historia empieza a tomar los tintes de *El extraño caso del Dr. Jekyll y Mr. Hyde* de Robert Louis Stevenson (1850-1894): en una ocasión, las prisas o un despiste hicieron que calentase la muestra más de lo habitual y, al inyectarse el producto resultante, le aparecieran casi de inmediato los síntomas del párkinson. En el hospital al que consiguió llegar les costó diagnosticarlo correctamente porque no era una enfermedad de gente joven, y mucho menos ¡tan joven! Afortunadamente, alguno de los médicos pensó en una inyección de levodopa y consiguió que los síntomas empezaran a remitir. Una vez diagnosticado, avisaron a los Institutos Estadounidenses de la Salud (NIH, por su nombre en inglés), que encontraron en el sótano de Barry la muestra problemática. Tras un concienzudo trabajo, comprobaron que contenía no solo la MPPP que Barry quería sintetizar, sino también MPTP (1-metil-4-fenil-1,2,5,6-tetrahidropiridina), que inducía los síntomas del párkinson en las ratas, aunque solo unas horas.

Otros siguieron los pasos de Barry, aprovechando que no estaba prohibida aún la fabricación del superdemerol (las leyes siempre van detrás de la realidad), que se vendía como churros y dejaba pingües ganancias. Así que, cuanto más proliferaban los laboratorios clandestinos, más jóvenes acaban en las urgencias hospitalarias con los síntomas del párkinson.

Poco a poco, los científicos comprobaron que la MPTP que contenía el superdemerol mal fabricado se metabolizaba en el cerebro con la enzima monoamino-oxidasa para dar un compuesto muy tóxico, el MPP+ (1-metil-4-fenilpiridinio), letal para las neuronas dopaminérgicas (las mataba irreversiblemente, como ocurría con el párkinson). También se sabe ahora que el MPTP tiene similitud estructural con el **herbicida Paraquat**, y que con él se podía inducir párkinson en las ranas y en los ratones, así como en el 60 % de los humanos que estén expuestos. Por eso algunos países (entre los que no están los europeos) han prohibido su uso. Ricemos el rizo: el Paraquat se ha utilizado muchos años para rociar los campos de marihuana en Sudamérica. No digo más porque no conozco pruebas de más, pero es para darle un par de vueltas al coco.

La parte buena de la historia es que los animales tratados con MPTP se convirtieron en la mejor herramienta para investigar el párkinson. Así que hemos de

agradecerle a Barry que los mayores avances sobre el párkinson se hayan producido al intentar entender por qué la MPTP y su catabolito el MPP+ provocaban la enfermedad, con lo que le damos la razón al refrán *no hay mal que por bien no venga*.

En resumen: el párkinson no es contagioso ni transmisible, pero sí inducible. Hoy seguimos avanzando en la determinación de marcadores clínicos que sirvan para

detectar el párkinson en las fases tempranas; de hecho lo habitual viene siendo una punción lumbar para extraer el líquido cefalorraquídeo, pero en la Universidad del País Vasco han propuesto un diagnóstico mucho menos invasivo: bastaría con analizar 5 µl de lágrimas para detectar los cambios diagnósticos de la composición de proteínas.

Para saber más:

Acera A, Gómez-Esteban JC, Murueta-Goyena A, Galdos M, Azkargorta M, Elortza F, Ruzaña N, Ibarroondo O, Pereiro X, Vecino E. (2022) Potential Tear Biomarkers for the Diagnosis of Parkinson's Disease—A Pilot Study. *Proteomes* 10(1), 4. DOI: [10.3390/proteomes10010004](https://doi.org/10.3390/proteomes10010004)

Alonso JR (2017) Fantasmas del cerebro. Ed. Guadalmazán, Córdoba.

Centro Virtual Cervantes (2023) *No hay mal que por bien no venga*. [consulta 6-VI-2023]

Costello S, Cockburn M, Bronstein J, Zhang X, Ritz B (2009). Parkinson's disease and residential exposure to maneb and paraquat from agricultural applications in the central valley of California. *American Journal of Epidemiology*, 169(8), 919-926. DOI: [10.1093/aje/kwp006](https://doi.org/10.1093/aje/kwp006)

Goedert M, Compston A (2018) Parkinson's disease: the story of an eponym. *Nat Rev Neurol*. 14(1):57-62. DOI: [10.1038/nrneurol.2017.165](https://doi.org/10.1038/nrneurol.2017.165).

Guillén Torres G (2017) El geólogo que descubrió el párkinson. *OpenMind*. [consulta 7-VI-2023]

Mayo Clinic Medical Editors (2023). *Enfermedad de Parkinson*. [consulta 7-VI-2023]

Ortiz M. (2020) Serie Breaking Bad. *Cultura Genial*. [consulta 7-VI-2023]

Ortíz GG, Moisés FP, Islas MA, Gil FJ, Díaz A, Alvarado LJ, Ramos JA, Sánchez EM, Ramírez VR, Alatorre-Jiménez MA, Bitzer-Quintero OK (2011) Toxicidad de plaguicidas y su asociación con la enfermedad de Parkinson. *Arch Neurocienc* 16(1), 33-39

Parkinson J (1817) An essay on the shaking palsy. Whittingham and Rowland, Londres.

Walusinski O (2018) Jean-Martin Charcot and Parkinson's disease: Teaching and teaching materials. *Rev Neurol (Paris)*. 174(7-8):491-505. DOI: [10.1016/j.neurol.2017.08.005](https://doi.org/10.1016/j.neurol.2017.08.005).

Wikipedia (2023). *Enfermedad de Parkinson*. [consulta 7-VI-2023]

M. GONZALO CLAROS

Departamento de Biología Molecular y Bioquímica, Universidad de Málaga

BIO COMIC



La selección artificial es un proceso por el cual los seres humanos seleccionan, a favor o en contra, los fenotipos de los organismos. Este proceso repercute en los genes que contribuyen para la siguiente generación de una especie.

@POTTYQUIERESABER

En África, la selección que hacen los cazadores por los elefantes africanos (*Loxodonta africana*) con los colmillos más grandes (como los “supertusker”), ha provocado que los elefantes con los colmillos más pequeños sean los principales en reproducirse.



Como resultado, las generaciones de elefantes con colmillos grandes han ido disminuyendo. Sus colmillos cada vez son más pequeños, o incluso se encuentran ausentes, lo cual ha limitado sus posibilidades de defenderse, luchar por territorio, destrozar corteza de árboles, cavar, entre otras actividades; modificando así su comportamiento (etología) y función ecológica.

Fuente: González Ferrera, C. (2024). Elefantes sin colmillos: El mayor problema al que se enfrenta el elefante africano. *Encuentros en la Biología*. Universidad de Málaga. Vol. 16 (187). p. 6-8.



Mi nombre es Paola García. Soy estudiante de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Me gusta combinar mi lado creativo con mi deseo por ayudar a las personas creando mini-cómics junto a mi compañera Bersa Jiménez en “Potty Quiere Saber”, un proyecto de divulgación científica en Instagram del cual soy co-fundadora.

Durante mi trayectoria estudiantil he formado parte de agrupaciones como el Centro de Negocios Universitario y la Asociación Mexicana de Biología, Medio Ambiente y Sociedad, donde fui coordinadora del área de Diseño y Divulgación durante dos años. He participado en proyectos de investigación en temas de Enfermedades Infecciosas dentro de instituciones como la Unidad de Medicina Experimental “Dr. Ruy Pérez Tamayo”. Actualmente trabajo en mi proyecto de titulación en el Hospital Infantil de México Federico Gómez, el cual es sobre reguladores epigenéticos en meduloblastomas de pacientes pediátricos.

Paola Yesenia García Castillo

Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México

@pottyquiere.saber

paolaygc

“Potty Quiere Saber” es un proyecto de divulgación científica creado en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México por las estudiantes de Biología Bersa Jiménez Calderón y Paola Yesenia García Castillo. Junto a Potty (una maceta que quiere entender el mundo a su alrededor) elaboran mini-cómics para explicar y dar a conocer temas relacionados con la Biología.

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, ssw/odt (OpenOffice/LibreOffice), doc/docx (MS-Word) o tex (LATEX). Manuscritos largos pueden dividirse en varias partes que aparecerán 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 la norma APA. 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.