

La Biología en 100 preguntas

Jaione Pozuelo Echegaray



Colección: 100 preguntas esenciales
www.100preguntas.com
www.nowtilus.com

Título: La Biología en 100 preguntas
Autor: © Jaione Pozuelo Echegaray
Director de la colección: Luis E. Íñigo Fernández

Copyright de la presente edición: © 2016 Ediciones Nowtilus, S.L.
Doña Juana I de Castilla 44, 3º C, 28027 Madrid
www.nowtilus.com

Elaboración de textos: Santos Rodríguez

Diseño de cubierta: eXpresio estudio creativo
Imagen de portada: *Human sperm race to fertilize an egg*, de la colección
Science Source de David M. Phillips.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47).

ISBN Papel: 978-84-9967-814-6
ISBN Impresión bajo demanda: 978-84-9967-815-3
ISBN Digital: 978-84-9967-816-0
Fecha de publicación: Octubre 2016

Impreso en España
Imprime: Servicepoint
Depósito legal: M-31292-2016

*A mis estudiantes curiosos,
por ser inspiración y respuesta*

Índice

I. El origen de la vida

1. ¿Qué ha hecho posible la vida en la Tierra? 15
2. ¿Existe vida en otro lugar del universo? 19
3. ¿Cómo surgió la vida? 21
4. ¿Cuál fue el antecesor de todas las células? 25
5. ¿Qué tenemos en común los seres vivos,
los diamantes y la mina del lápiz? 29
6. ¿Cuál es la célula más grande que existe? 34
7. ¿Cómo se descubrió la primera célula? 38
8. ¿Cuántas células hay en el cuerpo? 41
9. ¿Es verdad que las células se «suicidan»? 45

II. La herencia genética

10. ¿Por qué nos parecemos a nuestros padres? 51
11. ¿Podemos saber cómo serán nuestros hijos? 55
12. ¿Por qué los gatos con manchas de tres colores
son siempre hembras? 60

13.	¿Cuánto mide nuestro ADN?	65
14.	¿Qué tienen que ver los genes con las proteínas?	70
15.	¿Pueden dos gemelos ser totalmente distintos?	74
16.	¿Existe el gen de la obesidad?	77
17.	¿Son posibles los mutantes?	79
18.	¿Se podría modificar el ADN de forma intencionada?	82
19.	¿Cómo puede un simple pelo en una escena de un crimen informar de quién fue el culpable?	86
20.	¿Se han hecho clones de seres humanos?	89
21.	¿Podemos crear organismos a la carta?	91
22.	¿Es cierto que nuestro ADN es en un 99 % idéntico al de un chimpancé?	94

III. Evolución

23.	¿Cómo se crea una especie nueva?	97
24.	Y la anterior especie, ¿desaparece?	100
25.	¿Es verdad que con el tiempo perderemos órganos que no usamos, como los dedos de los pies?	103
26.	¿Qué tiene que ver Darwin con el Anís del Mono? ...	106
27.	¿Y cómo asumió, finalmente, la comunidad científica la teoría de la evolución?.....	107
28.	¿La evolución avanza siempre hacia formas de vida mejores?	112
29.	¿Qué son los fósiles vivientes?	115
30.	¿Por qué los canguros sólo se encuentran en Australia?	118
31.	¿En qué se basa la teoría del gen egoísta?	121
32.	¿Somos «la especie elegida»?	123
33.	¿Y cómo llegamos a conquistar todo el planeta?	128
34.	¿Cuánto tiempo pasará para que a partir del ser humano se forme otra especie distinta?	131

IV. Biodiversidad

35.	¿Cuántas especies distintas existen?	135
36.	¿Cuál es el sitio con mayor biodiversidad del planeta?	138
37.	¿Por qué las especies se nombran en latín?	141
38.	El antepasado directo de las termitas, ¿es la hormiga o la cucaracha?	144
39.	¿Cuántas bacterias viven dentro de nuestro cuerpo? ...	147
40.	¿Es cierto que hay más microorganismos en el teclado de un ordenador que en un cuarto de baño?	150
41.	¿Están vivos los virus?	153
42.	¿Es cierto que las algas no son plantas?	155
43.	¿Quién aporta la mayor cantidad de oxígeno a la atmósfera?	158
44.	Entonces, ¿se podría vivir sin plantas?	161
45.	¿Son sinónimos «seta» y «hongo»?	164
46.	¿Qué tienen en común el pan, el vino y la cerveza?	167
47.	¿Cuál es el animal más sencillo que existe?	169
48.	Los corales, ¿son animales o plantas?	172
49.	¿Puede un parásito humano medir más de cuatro metros?	175
50.	¿Es verdad que las estrellas de mar sacan el estómago del cuerpo para digerir a sus presas?	177
51.	¿Podríamos alimentarnos a base de insectos?	181
52.	¿Sienten dolor los cangrejos?	183
53.	¿Qué material de la naturaleza es cinco veces más resistente que el acero?	186
54.	¿A qué grupo de seres vivos pertenecen los caballitos de mar?	189
55.	¿Beben agua los peces?	192
56.	¿Qué permite a los anfibios salir por primera vez del agua?	195

57.	¿Son venenosos todos los sapos?	198
58.	¿Qué importancia tuvo el huevo con cáscara, evolutivamente hablando?	201
59.	¿Qué diferencia hay entre una serpiente y una culebra?	204
60.	El <i>Tyrannosaurus rex</i> , ¿era un depredador o un carroñero?	207
61.	¿Cómo sería el mundo si no se hubieran extinguido los dinosaurios?	210
62.	¿Pero de verdad se extinguieron?	214
63.	¿Existen realmente los dragones, los duendes, los demonios, los diablos o los vampiros?	217

V. Salud y enfermedad

64.	¿Puede una enfermedad ser beneficiosa?	221
65.	¿Qué enfermedad causa más muertes en el mundo?	225
66.	¿Qué es el síndrome del marido jubilado?	228
67.	¿Los besos nos protegen de enfermedades?	230
68.	¿Puedo sufrir la misma enfermedad dos veces?	234
69.	Entonces, ¿qué pasa con la gripe?	237
70.	Si me suministran una vacuna, ¿me están inyectando un virus?	241
71.	¿Por qué tengo que tomar un antibiótico durante una semana, aunque los síntomas se me hayan pasado a los tres días?	244
72.	¿Puede mi sistema inmunológico atacarme a mí mismo?	247
73.	¿Se puede tener alergia al agua?	250
74.	¿Se puede trasplantar el cerebro?	253
75.	¿Es cierto que algunas medicinas fueron peores que las propias enfermedades para las que se usaron?.....	256

76. Muchos de los medicamentos que tomamos
no nos curan, pero los médicos
nos los recetan. ¿Por qué? 259
77. ¿Por qué es tan complicado encontrar
la cura definitiva del cáncer? 262

VI. El cuerpo humano

78. ¿Estamos perfectamente diseñados? 267
79. ¿Cuál es la estructura más resistente
del cuerpo humano? 270
80. ¿Es verdad que el pelo o las uñas siguen
creciendo una vez que alguien muere? 273
81. Y las orejas, ¿crecen durante toda la vida? 276
82. ¿Cuál es el órgano más importante del cuerpo? 278
83. Si un bebé tiene más huesos que un adulto,
¿qué pasa con los huesos sobrantes? 282
84. ¿Cuánto tiempo podríamos vivir sin comer? 285
85. ¿Qué diferencia hay entre anorexia y bulimia? 288
86. Si dormimos en una habitación cerrada
con muchas plantas, ¿podemos morir ahogados? 291
87. ¿Qué provoca los dos sonidos que oímos
al escuchar el corazón? 294
88. ¿Cuánto tarda una gota de sangre
en recorrer el cuerpo entero? 298
89. ¿Cuánto tarda el riñón en filtrar
toda la sangre del cuerpo? 301
90. ¿Para qué sirve el ombligo? 304
91. ¿Existen personas hermafroditas? 307
92. ¿Es lo mismo sexualidad y reproducción? 310
93. ¿Qué son los reflejos y por qué son tan rápidos? 313
94. ¿Se puede ser insensible al dolor? 316
95. ¿Dónde está el sentido del equilibrio? 320

96.	¿Existen neuronas que miden más de un metro?	323
97.	¿Es cierto que sólo usamos el 10 % del cerebro?	326
98.	¿Por qué soñamos?	329
99.	¿Cuánto tiempo podemos vivir sin dormir?	333
100.	¿Es posible lograr la inmortalidad?	336
Bibliografía		341

I

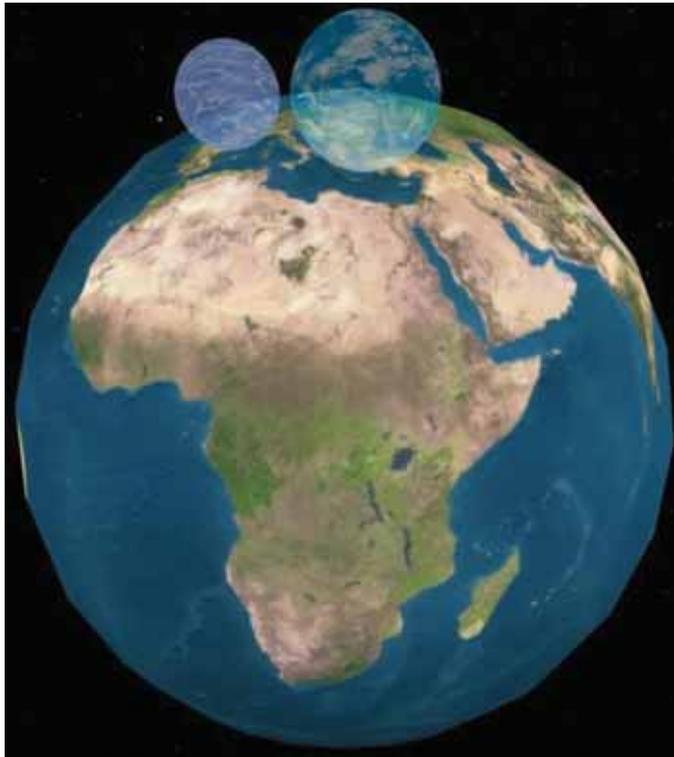
EL ORIGEN DE LA VIDA

1

¿QUÉ HA HECHO POSIBLE LA VIDA EN LA TIERRA?

El planeta Tierra, un cuerpo celeste singular. Muchas son las características que convierten nuestro astro en un lugar digno de estudio: sus formas geológicas en continuo cambio, la presencia de una capa de agua que cubre un alto porcentaje de su corteza, la dinámica atmosférica responsable de climas y paisajes... Sin embargo, si hay algo realmente fascinante en nuestro planeta, es sin duda la presencia de formas de vida.

Antes de continuar, aclararemos qué entendemos por «vida». Muchos biólogos han resaltado la complejidad que supone definir esta palabra. De hecho, resulta más sencillo explicar las características distintivas de la materia viva. En palabras de un geólogo, los seres vivos son «sistemas autorreproducibles que toman su energía del medio y se han adaptado a todos los ambientes del planeta» (F. Anguita, 1988). Si la pregunta se formula a un genetista, su afirmación será que todo ser vivo cambia (por mutaciones), es capaz de autorreplicarse (por reproducción celular) y puede transmitir su información a la descendencia (por mecanismos de herencia biológica). Y si preguntáramos a un biólogo, probablemente nos



Agua y aire en la Tierra. Aunque se conozca como Planeta Azul, si pusiéramos toda el agua de la Tierra en una esfera, esta tendría un diámetro de 1.390 kilómetros (esfera pequeña de la izquierda). El agua líquida está muy extendida en la superficie, pero tiene poca profundidad. Si hiciéramos lo mismo con la atmósfera terrestre, obtendríamos una esfera de 1.999 kilómetros de diámetro (representada a la derecha). Pero si lo que tenemos en cuenta es el agua potable del planeta, obtendríamos una diminuta esfera de 62 kilómetros de diámetro, que el lector puede ver si agudiza la vista a la izquierda de las otras dos esferas. Fuente: Gritzi, G.
Disponible en: <http://slconceptual.wordpress.com/>

el contenido de Marte, Mercurio o de cuerpos pequeños como cometas o asteroides, encontraremos hielo; y en el planeta enano Ceres podríamos hallar vapor de agua). Algo más complicado resulta encontrar agua líquida (aunque hay fuertes evidencias de que las lunas de Júpiter y Saturno podrían tener océanos bajo su superficie, y también se ha detectado la presencia de agua líquida en Marte). La cuestión se complica aún más si lo que buscamos es la coexistencia de agua en los tres estados. Y es aquí donde la Tierra, por ahora (nos queda mucho universo por descubrir), es especial.

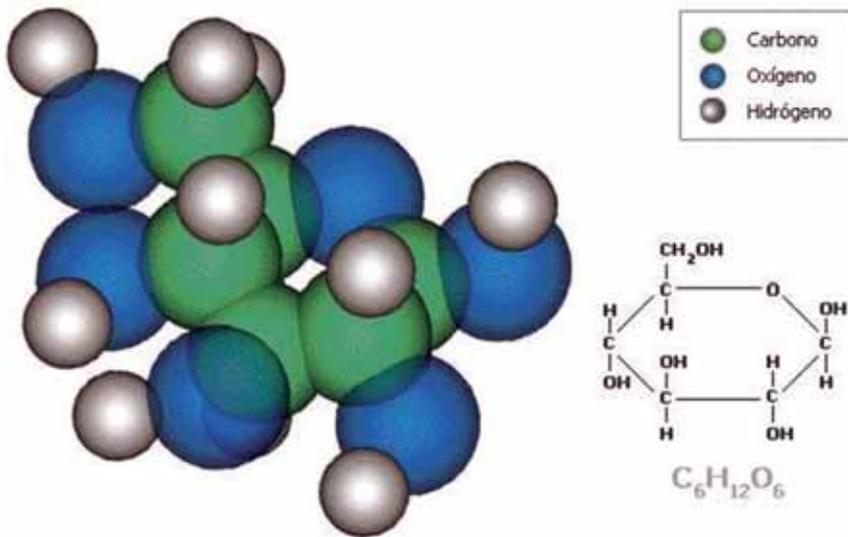
Existen sedimentos de origen marino entre las rocas más antiguas conocidas, lo que demuestra la existencia de océanos casi



El Museo Pasteur de París todavía conserva los matraces de cuello de cisne originales usados por Pasteur para refutar la teoría de la generación espontánea. Los experimentos de Redi no habían convencido a la comunidad científica, entre otros motivos porque, al cerrar los frascos, se eliminaba de ellos el aire (elemento considerado esencial para la vida). Pasteur soluciona este problema doblando el cuello de los matraces, de manera que el aire continuaba pasando al interior, no así los microorganismos en él contenidos, que quedaban atrapados antes de llegar al caldo de cultivo. Fuente: @microBIOblog

persona creacionista, sin duda la respuesta será clara: la vida es tan compleja que no puede basarse en un proceso natural, sino que es resultado de un principio divino dirigido por un ser supremo o dios.

Lo curioso es que esta idea de la complejidad también aparece en contextos científicos. Algunos autores reconocidos postularon que, incluso las formas de vida más sencillas que existen actualmente son demasiado complejas para haberse creado en la Tierra. Este posible origen extraterrestre de la vida fue afirmado por primera vez por Arrhenius (1859-1927) en la teoría de la panspermia (las primeras «semillas de vida» –esporas o bacterias– habrían llegado del espacio en meteoritos). Pese a ser controvertida, esta teoría no se rechaza del todo y continuamente han surgido ideas similares a lo largo de la historia de la ciencia. La hipótesis que más se aceptaría en estos momentos es la posibilidad de que gran parte de la materia prima a partir de la cual se desencadenó el proceso del origen de la vida podría haber provenido del espacio exterior (de hecho, se han encontrado moléculas orgánicas –como aminoácidos– en meteoritos).

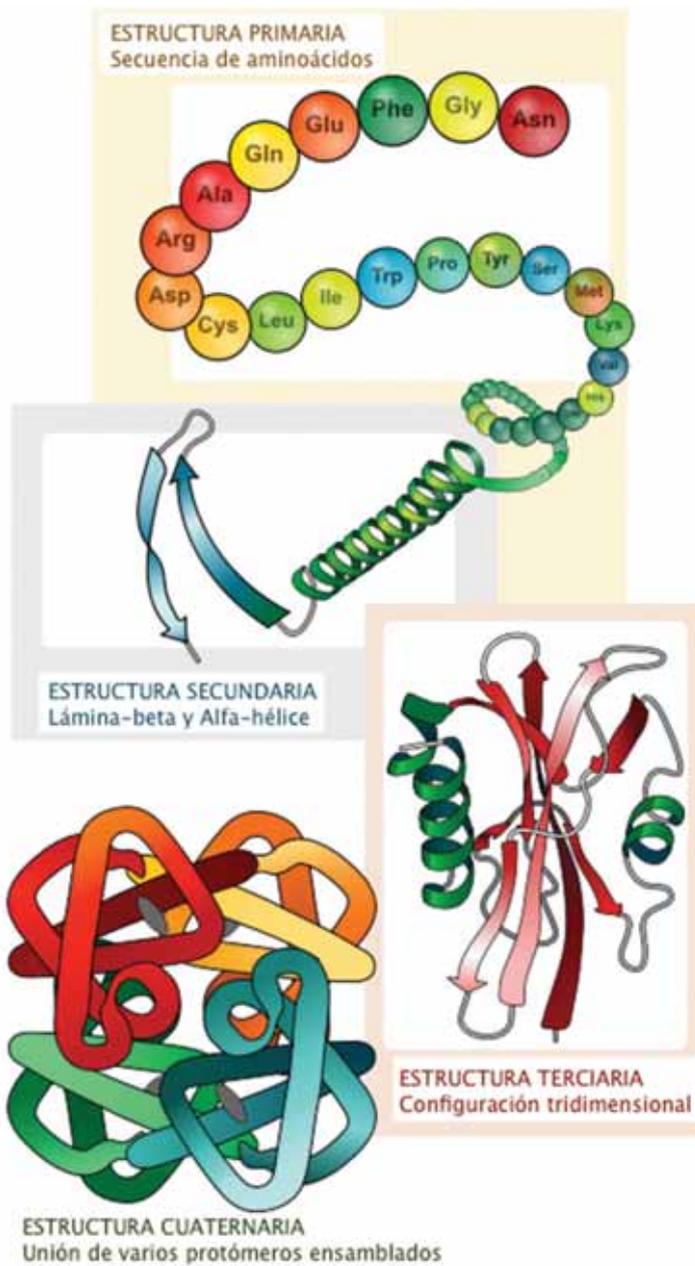


Molécula de glucosa. La glucosa es el compuesto orgánico más abundante en la naturaleza: constituye la principal fuente de energía celular, y forma parte de estructuras de sostén importantes como la celulosa y el almidón vegetal, o el glucógeno en animales. Es un glúcido sencillo formado por seis átomos de carbono, a los que se unen sendos átomos de oxígeno y doce átomos de hidrógeno. Es, por tanto, una hexosa (se utiliza el sufijo *-osa* para referirse a los azúcares, y el prefijo denota la cantidad de átomos de carbono del mismo). Foto: Heinzjg, Wikimedia Commons

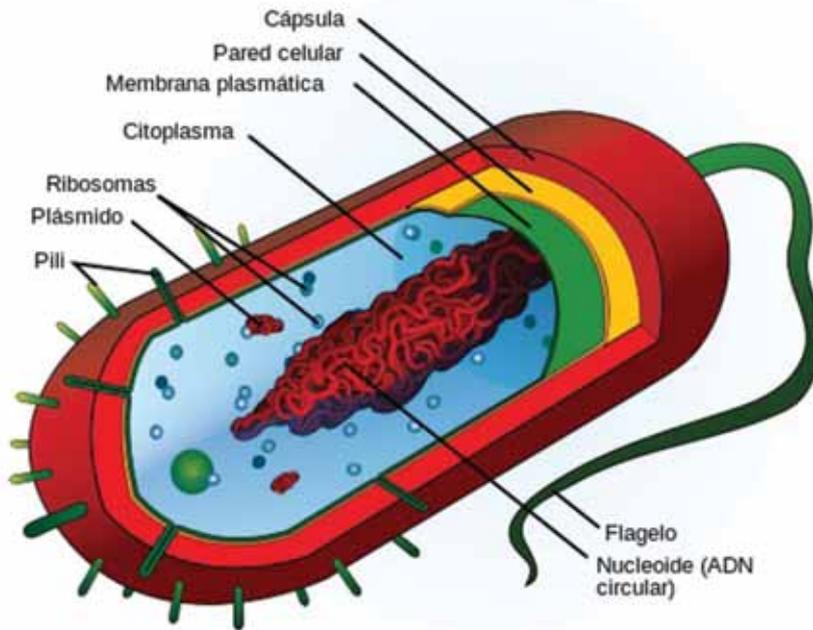
a átomos de hidrógeno y, en su defecto, a grupos funcionales (grupos de átomos conocidos, como el grupo fosfato o el grupo metilo, que aportan a la molécula que los porta unas características específicas). Existen cuatro tipos de biomoléculas orgánicas: los glúcidos, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos.

Los glúcidos son también llamados carbohidratos («carbono más agua»), nombre asignado en el siglo XIX, cuando químicamente se los consideraba átomos de carbono hidratados; ahora se sabe que esto no es así. En realidad, están formados por cadenas de carbono unidas a átomos de hidrógeno y oxígeno. También se les ha llamado azúcares por su sabor dulce, pero algunos (como la celulosa) no tienen este sabor.

Se clasifican en función de su complejidad, de forma que encontramos monosacáridos (formados por una sola molécula de azúcar, como la glucosa y la fructosa), disacáridos (formados por la unión de dos monosacáridos, como la sacarosa o la lactosa) y polisacáridos (como el almidón o la celulosa). Los glúcidos sencillos tienen función energética (constituyen la fuente primaria



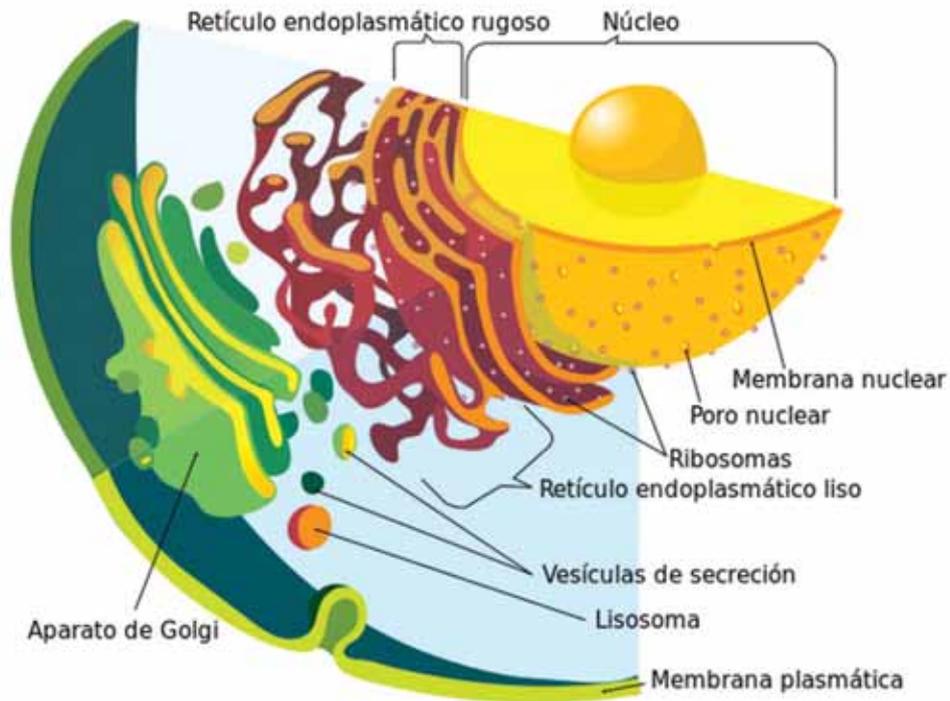
Niveles de estructurales de las proteínas. La estructura más simple es la secuencia lineal de aminoácidos, el orden de los mismos determina el resto de los niveles. Estas cadenas pueden girar sobre sí mismas, formando una alfa hélice, o colocarse de forma paralela unas a otras, doblándose en zigzag (formando la lámina beta). El conjunto de hélices y láminas se pliega de nuevo, adoptando una conformación tridimensional globular (como en la imagen) o fibrosa (como la fibroína de la seda). El cuarto nivel sólo se presenta en las proteínas formadas por varias subunidades ensambladas. La imagen muestra la hemoglobina, proteína formada por cuatro subunidades (o protómeros). Foto: Adaptado de LadyofHats, Wikimedia Commons



Estructura de una célula procariota. Algunas de las estructuras representadas son comunes a todas las procariotas (como el material genético, el citoplasma, los ribosomas, la membrana plasmática y la pared celular), mientras que otras estructuras pueden aparecer o no, en función del tipo celular (las estructuras de movimiento, como los flagelos, sólo existen si la célula tiene movimiento activo; y la presencia o ausencia de cápsula nos permite identificar distintos tipos de bacterias). Foto: Ruiz, M., Wikimedia Commons

aparato de Golgi (que modifica y empaqueta proteínas y lípidos), lisosomas (encargados de la digestión intracelular mediante enzimas), vesículas y vacuolas (almacenes de agua, desechos y nutrientes), y centriolos (productores de los microtúbulos proteicos de cilios, flagelos y el huso mitótico, una estructura usada para la división celular).

Ahora que conocemos la compleja estructura interna de la célula, podemos retomar el problema del tamaño. La mayoría de las células miden entre 1 y 100 micras (millonésimas de metro) de diámetro. La razón de este diminuto tamaño la encontramos en la forma en la que la célula intercambia materia con el ambiente exterior, generalmente, a través de un proceso de difusión por su membrana plasmática. Los materiales intercambiados deben difundirse por todo su volumen, lo cual implica que ninguna parte de la célula esté muy retirada del ambiente exterior.



Estructura de una célula eucariota. En este caso se trata de una célula animal, dada la ausencia de cloroplastos y de vacuolas de gran tamaño. En este tipo de células, el núcleo suele ocupar una posición central, rodeado del retículo endoplasmático rugoso (se reconoce por poseer ribosomas adheridos) y liso (carece de ribosomas). El aparato de Golgi forma el tercer componente de este sistema de endomembranas, encargado de sintetizar sustancias como proteínas o lípidos y transportarlas, en el interior de vesículas de secreción, a otras partes de la célula o al exterior de la misma.

Foto: Ruiz, M., Wikimedia Commons

Además, el metabolismo celular requiere que los materiales puedan intercambiarse con cierta celeridad, tanto para el ingreso de sustancias (conforme a las necesidades celulares) como para la eliminación adecuada de sustancias de desecho. Un incremento en tamaño supone una disminución relativa de su superficie (ya que el volumen aumenta relativamente más que la superficie) lo que ralentizaría estos procesos de intercambio.

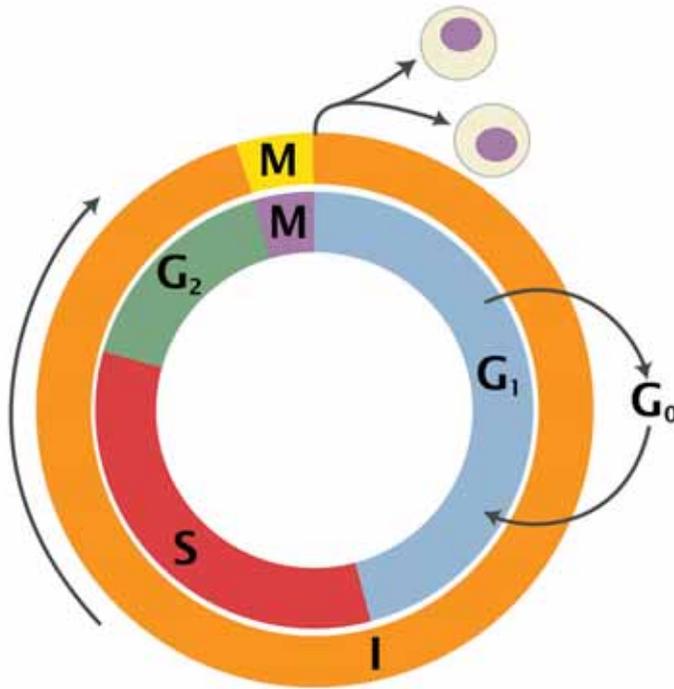
La célula más pequeña conocida por el momento, con un genoma formado por un cromosoma circular de sólo 182 genes, es la proteobacteria *Carsonella ruddii*. Esta bacteria vive dentro de psílidos (insectos chupadores de savia) de forma simbiótica (acorde con las investigaciones, esta vida endosimbiótica explicaría su supervivencia con un genoma tan reducido). Si



Células de corcho dibujadas por Robert Hooke en su trabajo *Micrographia*. En una capa muy fina de corteza de corcho, Hooke distinguió las paredes celulares, que se asemejaban a las celdas de los monjes, por lo que les puso este nombre (*cells*, en inglés «celdas»). Foto: Fernández García, L., Wikimedia Commons

Durante la siguiente década, el microscopio se fue mejorando, con lo que se consiguieron imágenes cada vez más amplificadas, en gran medida gracias al impulso del microscopista danés Anton van Leeuwenhoek. Este realizó numerosas observaciones de muestras microscópicas, desde protozoos (llamados por él «animáculos») hasta glóbulos rojos, espermatozoides, o huevos de pulgones y pulgas. Sus descubrimientos debilitaron la teoría de la generación espontánea, creencia generalizada en esa época.

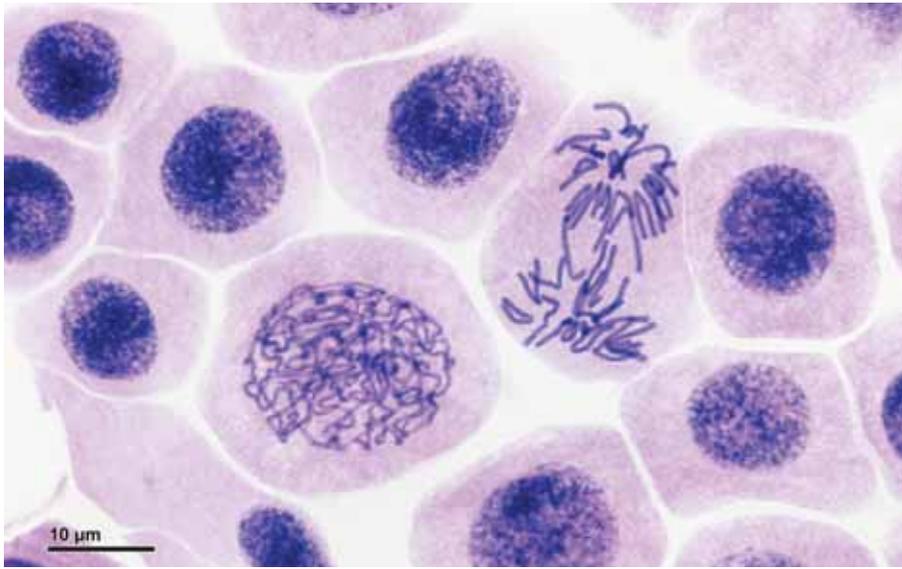
Los estudios de las células prosiguieron y, en 1839, el zoólogo alemán Theodor Schwann, tras analizar una enorme cantidad de tejidos animales y comprobando que las células del cartílago se parecían mucho a las de las plantas, publicó el primer postulado de la teoría celular: «Todos los seres vivos, plantas o animales consisten en una célula o en sustancias segregadas por células».



Fases del ciclo celular. El círculo externo muestra las dos fases principales: interfase (I) y fase de división (M). En el círculo interno podemos ver las subfases. La duración de este ciclo es muy irregular (de unas pocas horas a varios años, en función del tipo de célula). No obstante, la longitud de los tramos muestra una escala aproximada de las duraciones relativas de las distintas fases. Como puede observarse, la división celular (fase M) se produce en poco tiempo (en células animales, la mitosis dura más o menos una hora), mientras que la interfase es la etapa más larga (en animales, 23 horas aproximadamente). Foto: Wheeler, R., Wikimedia Commons

de una célula. La mayoría de ellas atraviesa un conjunto de eventos denominado ciclo celular, que incluye tres grandes fases: la interfase, la mitosis y la citocinesis. La célula se mantiene en interfase (fase I) salvo que entre en división para producir dos células hijas. En ese momento pasará a la fase M, de división del núcleo (mitosis) y citoplasma (citocinesis).

La interfase se puede dividir a su vez en tres subfases (fases G₁, S y G₂). La primera subfase (G₁) es un período de crecimiento celular generalizado, en el que la célula mantiene un metabolismo activo. Algunas células, como las neuronas y las musculares maduras, permanecen en esta subfase por un tiempo prolongado; se dice entonces que están en fase G₀. La célula abandonará esta fase y se incorporará al ciclo celular, pasando a la fase S y, por tanto, a la preparación para la división celular, si



Células del meristemo apical de la raíz de cebolla en proceso de mitosis. Fotografía tomada con microscopio óptico de tres mil aumentos. La raíz es un órgano de crecimiento muy activo, por lo que sus células están en constante división. En la imagen puede identificarse el ADN condensado en cromosomas (la cebolla tiene ocho pares de cromosomas). En las dos células centrales se aprecian dos fases de la mitosis: profase en la célula izquierda (los cromosomas están condensados pero dispuestos al azar por el citoplasma); y anafase en la célula de la derecha (las cromátidas están siendo arrastradas hacia los polos por las fibras del huso, fibras que no son visibles al microscopio óptico). Foto: Reischig, P., Wikimedia Commons

envolturas nucleares alrededor de cada grupo de cromátidas en los polos de la célula, de forma que esta tendrá, en ese momento, dos núcleos.

Llegados a este punto, la célula debe dividir su citoplasma en dos, formando las dos células hijas. Lo realiza en un proceso denominado citocinesis. En las células animales, esto se produce por el estrangulamiento causado por un anillo de filamentos de proteínas (actina y miosina) a la altura del ecuador celular. En las células vegetales, la separación se produce por acumulación, en el ecuador de la célula, de vesículas cargadas de polisacáridos que, fusionándose entre ellas, formarán la llamada placa celular, que dará lugar a una nueva pared celular.

Las dos células hijas formadas comenzarán de esta forma un ciclo celular (entrarán en fase G_1), iniciándose el proceso de nuevo. Cada célula pasará por un número de divisiones (vueltas

II

LA HERENCIA GENÉTICA

10

¿POR QUÉ NOS PARECEMOS A NUESTROS PADRES?

Hay algunas expresiones populares que tienen una clara base científica y una de ellas podría ser la frase «de tal palo, tal astilla». Nadie pone en duda que, de manera general, encontramos en nuestros rasgos, expresiones o formas de actuar, aspectos que nos recuerdan a nuestros padres. Y es que, biológicamente hablando, debemos gran parte de lo que somos a la herencia recibida de nuestros progenitores. La pregunta que podríamos plantearnos entonces es: ¿dónde y cómo se almacena esa información?

Hoy en día sabemos que la molécula que contiene la información de las características biológicas de los seres vivos es el ADN. Antes de demostrarlo, los científicos sabían que la molécula responsable debía ser químicamente estable, de forma que la información no se altere, aunque permitiendo cierto margen de variabilidad; debía contener gran cantidad de información, esto es, gran variedad de combinaciones posibles en la molécula, y debía ser capaz de replicarse y crear copias de sí misma para transmitir la información de una generación a la siguiente.

con plantas con las proporciones 9:3:3:1 que se muestran a continuación:

- 9/16 semillas amarillas y lisas (AABB / AABb / AaBB / AaBb).
- 3/16 semillas amarillas y rugosas (Aabb / Aabb).
- 3/16 semillas verdes y lisas (aaBB / aaBb).
- 1/16 semillas verdes y rugosas (aabb).

Esto llevó a enunciar la tercera ley, la ley de la transmisión independiente, según la cual, en la herencia de más de un carácter, cada par de alelos se transmite de forma independiente y sin relación con los otros, con lo que se obtienen diversas combinaciones, algunas de ellas no presentes en los parentales.

Estos resultados se comprenden mejor si se representan gráficamente en el conocido cuadro de Punnett, llamado así en honor al genetista R. C. Punnett. El cuadro (fig. 13) muestra los gametos producidos por ambos parentales y todas las combinaciones posibles entre ellos.

AaBb x AaBb	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AabB	Aabb
aB	aABB	aABb	aaBB	aaBb
ab	aABb	aAbb	aabB	aabb

Cuadro de Punnett que refleja la ley de la transmisión independiente. La primera fila y primera columna muestran los posibles gametos producidos por los parentales. Como cada gen se transmite de forma independiente, para dos genes (con dos alelos cada uno, A y a; B y b) habrá cuatro posibles combinaciones. En el interior de la tabla se unen los dos alelos de cada parental, con lo que se obtienen 16 genotipos distintos. A nivel fenotípico, sólo hay 4 opciones: todos aquellos que tengan A y B mayúsculas desarrollarán el fenotipo dominante para ambos genes (amarillo y liso); los que tengan alguna A mayúscula, pero ninguna B mayúscula, serán amarillos pero rugosos; si lo que tienen es aa y alguna B mayúscula, serán verdes y lisos; y por último, los que tengan todos los alelos recesivos (aabb) serán verdes y rugosos.

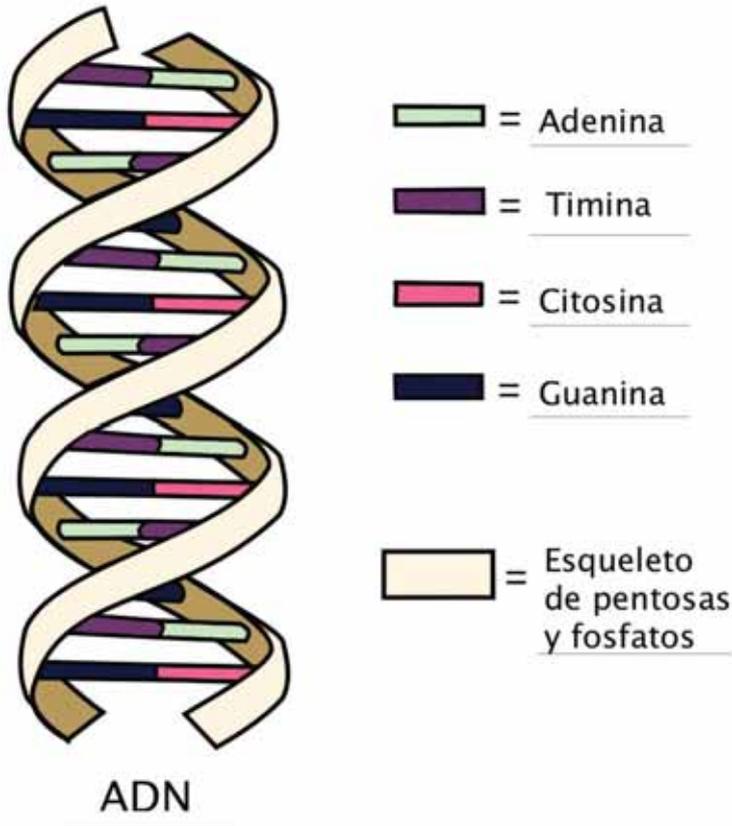
Gametos hembra	→	X^R	X^r
↙ Gametos macho			
X^R		$X^R X^R$	$X^R X^r$
Y		$X^R Y$	$X^r Y$

Herencia ligada al sexo en *Drosophila melanogaster* para el gen «color de los ojos», situado en el cromosoma X. La tabla muestra los gametos producidos por hembra (dos cromosomas X, cada uno de ellos portando un alelo distinto) y macho (un cromosoma X portando el alelo R, y un cromosoma Y sin alelo para ese gen), así como las posibles combinaciones en la descendencia (las crías con un cromosoma Y serían machos, mientras que las que tienen dos cromosomas X serían hembras). Morgan observó que los resultados de herencia eran distintos en machos y en hembras, y no cumplían las leyes de Mendel.

conocía lo que eran los cromosomas ni el entrecruzamiento, por lo que además de metódico y hábil, fue muy afortunado al escoger los rasgos a investigar.

En sus estudios con *Drosophila*, Morgan descubrió algo más. Buscando patrones de herencia similares a los mendelianos, observó ciertas diferencias entre los rasgos heredados por moscas machos y hembras. Conocedor de la importancia de la posición de los genes en los cromosomas, encontró la respuesta a estas irregularidades en los cromosomas sexuales, aquellos que son distintos en hembras y machos. En la especie humana, contamos con veintidós pares de cromosomas normales, denominados autosomas, y un par de cromosomas sexuales: el par XX en mujeres, y XY en hombres. La mosca del vinagre sólo tiene cuatro pares de cromosomas: tres pares de autosomas y un par de cromosomas sexuales.

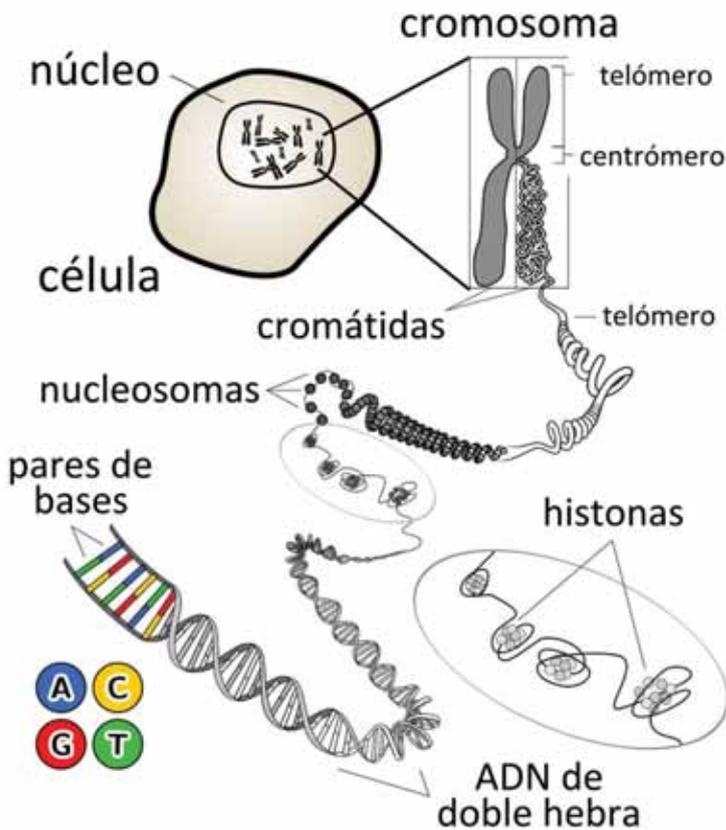
Cuando los genes están presentes en los cromosomas sexuales, se dice que están ligados al sexo. Puede ser una herencia influenciada por el sexo, si se encuentran en el segmento homólogo del cromosoma —segmento que pueden sufrir entrecruzamiento— o puede ser herencia ligada al sexo, si se encuentran en el segmento diferencial de los cromosomas X o Y.



Estructura en doble hélice del ADN. El bucle externo es el armazón de azúcar (desoxirribosa) y fosfato. En el interior, las bases enfrentadas y unidas por puentes de hidrógeno. Siempre aparecen unidas la adenina con la timina, y la Citosina con la Guanina. Este hecho fue descubierto gracias a la ley de equivalencia de bases de Chargaff, quien, en 1950, ya había postulado que, para cada especie, la cantidad de adenina era la misma que la de timina, y lo mismo ocurría con la cantidad de citosina y guanina. Foto: modificada de Forluvoft, Wikimedia Commons

molécula, siguiendo con el símil de la escalera, la distancia entre escalones sería de 0,34 nanómetros, y habría 10 escalones por vuelta completa, es decir, 3,4 nanómetros por vuelta.

Si estirásemos completamente el ADN de cada cromosoma humano, este mediría unos 3 o 4 centímetros de largo. Con sus 46 cromosomas, cada célula humana tendría, por tanto, unos 2 metros de ADN. Teniendo en cuenta la cantidad inmensa de células de nuestro cuerpo (del orden de 10^{13} células), la cantidad de ADN dispuesta longitudinalmente sería alrededor de 2×10^{10} kilómetros. Teniendo en cuenta que la distancia de la Tierra al Sol es de $1,5 \times 10^8$ kilómetros, nuestro ADN mediría cien veces más.



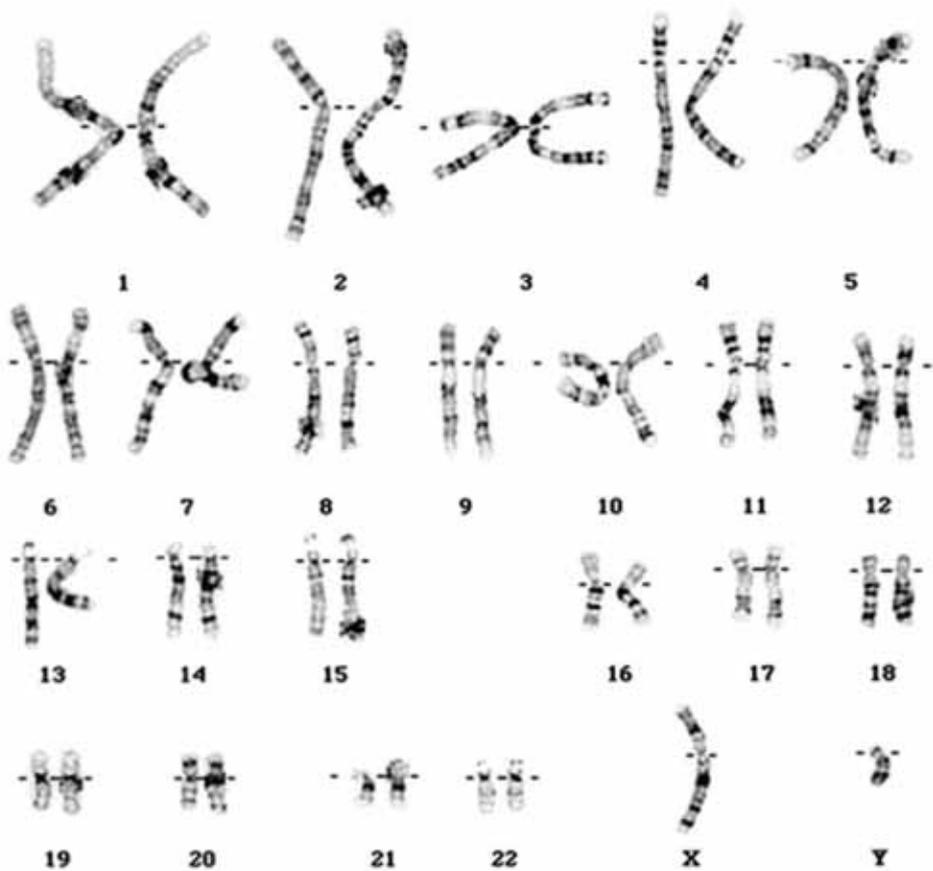
Niveles de empaquetamiento del ADN eucariota. La doble hélice de ADN asociada a histonas se pliega sobre sí misma de forma sistemática y organizada, atravesando varios niveles de complejidad creciente hasta formar los cromosomas, logrando un grado de compactación 10.000 veces superior al del ADN inicial. Esto sólo ocurre cuando la célula entra en división y el ADN debe empaquetarse para repartirse entre las dos células hijas. El resto del tiempo, el ADN está desempaquetado formando fibras.

Foto: Modificada de KES47, Wikimedia Commons

de genes (alrededor de 25.000). Algo curioso que nos demuestra cómo gran parte de nuestro ADN no forma parte de los genes.

Los 25.000 genes que constituyen el genoma humano se encuentran contenidos en 23 parejas de cromosomas (22 pares de autosomas y una pareja de cromosomas sexuales) formando el cariotipo humano. La cantidad de genes que contiene cada cromosoma es variable, desde unos 3.000 genes del cromosoma 1, hasta los 600 que contiene aproximadamente el cromosoma 22.

El estudio de los cariotipos no sólo nos permite caracterizar genéticamente a una especie, también facilita la detección de enfermedades genéticas y alteraciones cromosómicas importantes.



Representación del cariotipo humano. Son los cromosomas de una célula agrupados por pares homólogos. Los autosomas (parejas 1 a 22) se colocan por tamaño (el cromosoma más grande es el número 1) y morfología (los primeros son metacéntricos, tras lo cual se colocan los submetacéntricos). Al final se representan los cromosomas sexuales (XX en el caso femenino, XY en el caso masculino). La muestra de la fotografía pertenece a un varón (dada la presencia del cromosoma Y). Durante la extracción y aislamiento de los cromosomas, algunos pueden plegarse y retorcerse. Para facilitar su estudio, estos son teñidos, tras lo cual aparece un bandeo característico que permite su identificación.

Podemos aprovechar de esta manera la capacidad asombrosa que tienen nuestras células para compactar una ingente cantidad de filamentos de ADN (una molécula invisible al microscopio electrónico) en estructuras complejas cuyo tamaño les permite ser visibles al microscopio óptico.

1ª posición 5'	2ª posición				3ª posición 3'
	U	C	A	G	
U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U C A G
	UUC	UCC	UAC	UGC	
	UUA Leu	UCA	UAA Stop	UGA Stop	
	UUG	UCG	UAG Stop	UGG Trp	
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U C A G
	CUC	CCC	CAC	CGC	
	CUA	CCA	CAA Gln	CGA	
	CUG	CCG	CAG	CGG	
A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U C A G
	AUC	ACC	AAC	AGC	
	AUA Met	ACA	AAA Lys	AGA Arg	
	AUG	ACG	AAG	AGG	
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U C A G
	GUC	GCC	GAC	GGC	
	GUA	GCA	GAA Glu	GGA	
	GUG	GCG	GAG	GGG	

Código genético. Relaciona los tripletes del ARNm con los aminoácidos que codifican. Como puede verse, prácticamente todos los aminoácidos son codificados por más de un triplete. Estos, además, suelen diferir sólo en la última base, lo que previene muchos errores de lectura (que podrían derivar en mutaciones). En el cuadro, además, aparece el triplete iniciación (AUG) y los tres tripletes de terminación (UAA, UAG y UGA).

combinaciones posibles, y sólo veinte aminoácidos. Esto implica que cada aminoácido tiene más de un triplete que lo codifica.

En las células eucariotas, la transcripción se produce en el núcleo y la traducción en el citoplasma, por lo que existe un lapso de tiempo entre ambas. En las células procariotas, sin embargo, todo sucede en el citoplasma y casi simultáneamente (conforme la molécula de ARNm se va sintetizando, los ribosomas lo van traduciendo de manera casi inmediata).

Entonces ya conocemos la relación entre genes y proteínas. Este flujo de información es conocido como el «dogma central de la biología molecular». Aunque fue enunciado por primera vez por Crick en 1970, ha sido revisado y redefinido. Hoy sabemos que el ADN copia parte de su mensaje sintetizando una molécula de ARNm, creando la información necesaria para que los ribosomas elaboren una cadena polipeptídica. Además, se añade la posibilidad de que, a partir de una molécula de ARN, se sintetice ADN, mediante un proceso conocido como transcripción inversa o retrotranscripción (presente en un tipo especial de virus, denominados retrovirus).

III

EVOLUCIÓN

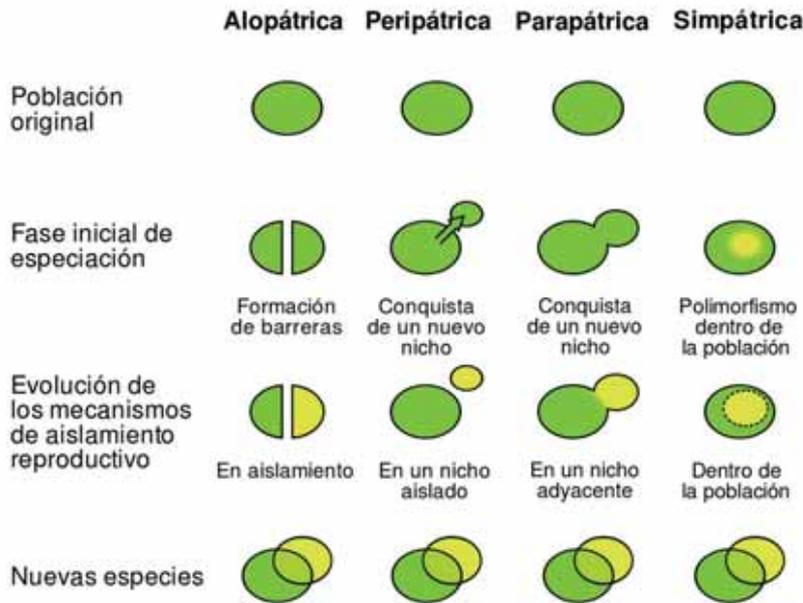
23

¿CÓMO SE CREA UNA ESPECIE NUEVA?

Ahora que conocemos los secretos que esconden nuestros genes, entendemos cómo se producen cambios en las secuencias de nucleótidos que los componen y somos conscientes de que cada individuo tiene un ADN único y personal, nos será fácil comprender los procesos que dan lugar a la creación de una especie nueva.

Comencemos definiendo qué se entiende por especie. El concepto biológico de especie la define como «un grupo de poblaciones naturales cuyos miembros pueden reproducirse entre sí, producir descendencia fértil, y que se encuentra reproductivamente aislado de otros grupos similares» (Curtis *et al.*, 2016, p. 282).

En esta definición se enfatiza el aislamiento reproductivo, porque esa es la base del proceso de especiación. ¿Cómo se produce? Toda especie procede de otra preexistente (no abriremos el dilema de qué fue antes, el huevo o la gallina porque, evolutivamente hablando, la respuesta es sencilla: los huevos aparecen mucho antes que las aves). Como decíamos, la especiación sucede cuando, en

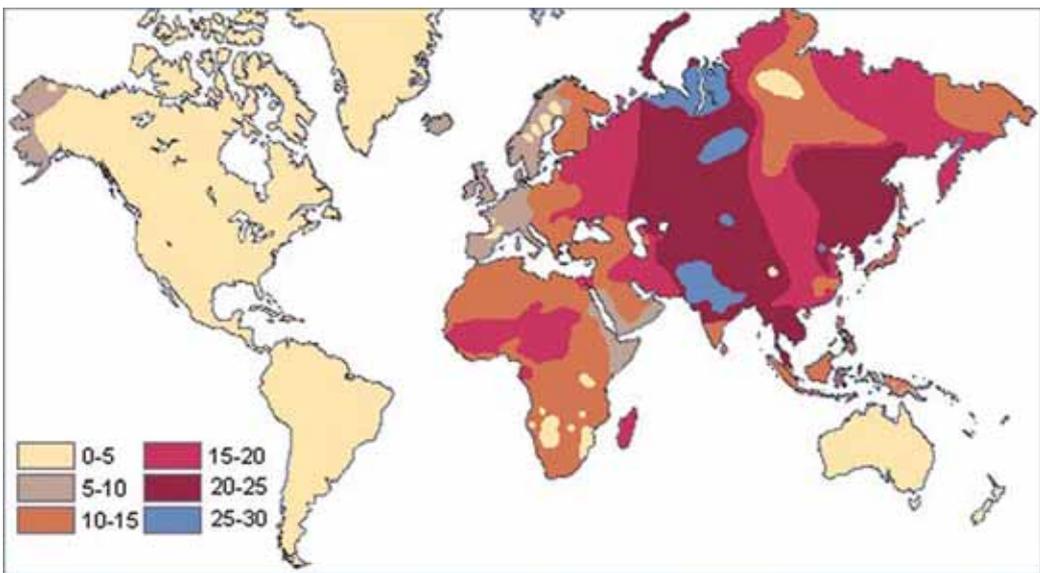


Modelos de especiación. En todos ellos, un fragmento de la población original queda aislado reproductivamente, bien por separación geográfica (alopátrica), o por la ocupación de distintos subespacios dentro del mismo hábitat (simpátrica). La diferencia principal entre el segundo y el tercer modelo es la velocidad a la que suceden: la especiación peripátrica ocurre rápidamente (una parte muy reducida de la población migra, incluso podría ser una única hembra preñada, y dado su pequeño tamaño, es fácil que se establezcan nuevas variantes genéticas). El resultado en todos los casos son dos especies distintas. Foto: Karonen, I., Wikimedia Commons

especies pueden establecerse tras miles de generaciones. Existen tres modelos: *especiación alopátrica*, si las dos poblaciones están separadas físicamente, como en el caso de aislamiento geográfico; *especiación parapátrica*, si comparten hábitat pero presentan diferencias ecológicas; y *especiación simpátrica*, cuando comparten hábitat, pero ocupan distintos subespacios.

En ocasiones, la especie de partida da lugar a muchas especies nuevas en un tiempo relativamente rápido, este proceso se denomina radiación adaptativa, y se produce generalmente cuando varias subpoblaciones de una misma especie invaden hábitats sin ocupar y se adaptan a ellos. Es común en archipiélagos como Hawái o las islas Galápagos, donde pueden encontrarse especies distintas en cada isla, todas con un antecesor común (sería un claro ejemplo de especiación alopátrica).

Respecto a la especiación instantánea, también llamada cuántica, aparece repentinamente, generalmente como consecuencia



Mapa mundial de distribución del alelo B. Este alelo en homocigosis (BB) y en combinación con el alelo 0 (B0) produce el grupo sanguíneo B; en combinación con el alelo A, produce el grupo AB. Como se observa en la figura, su mayor frecuencia está en el norte y centro de Asia, y va decreciendo a medida que nos alejamos. Se piensa que este alelo no existía en los nativos americanos ni en los aborígenes australianos hasta que los europeos llegaron a esas zonas. Foto: Muntuwandi, Wikimedia Commons

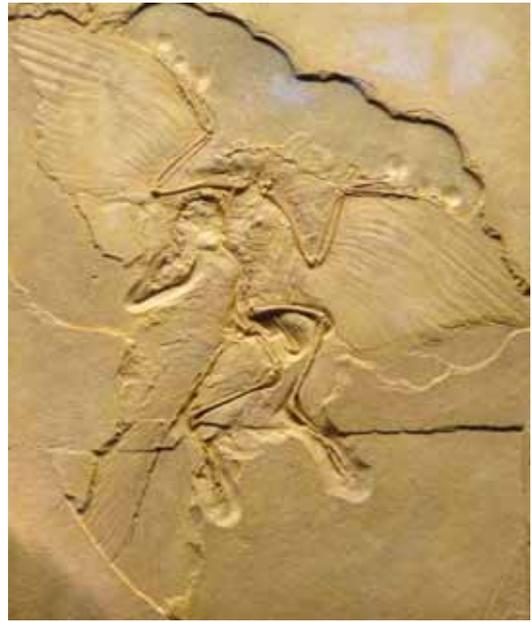
evolutivo de un individuo: mide las probabilidades de que sus genes estén presentes en la siguiente generación.

Las migraciones, por otro lado, provocan intercambio de genes (flujo génico) entre poblaciones. Esto puede introducir alelos nuevos o cambiar la frecuencia de los que ya estaban.

En poblaciones pequeñas se pueden dar cambios del equilibrio génico sin intervención de mutaciones ni selección natural, sino por mecanismos de deriva genética. Ocurre, por ejemplo, en poblaciones de pocos individuos formadas por emigración a partir de una población más numerosa, esto es conocido como *efecto fundador*. Un proceso que ocurrió en la población Amish, quienes presentan una alta frecuencia de un alelo recesivo que, en homocigosis, causa enanismo y polidactilia.

Otro mecanismo de deriva genética es el llamado *cuello de botella*, que sucede si se reduce el tamaño de la población de forma drástica. Ha ocurrido en poblaciones de animales sometidas a una caza excesiva, e incluso en poblaciones humanas perseguidas, como los judíos asquenazíes durante la Edad Media.

Fósil de *Archaeopteryx lithographica*.
 Museo de Historia Natural de
 Viena. Estas aves primitivas, con
 dientes en el pico, dedos con
 garras en las alas y largas colas
 óseas, son consideradas formas
 de transición entre reptiles y
 aves. Foto: Sauber, W., Wikimedia
 Commons



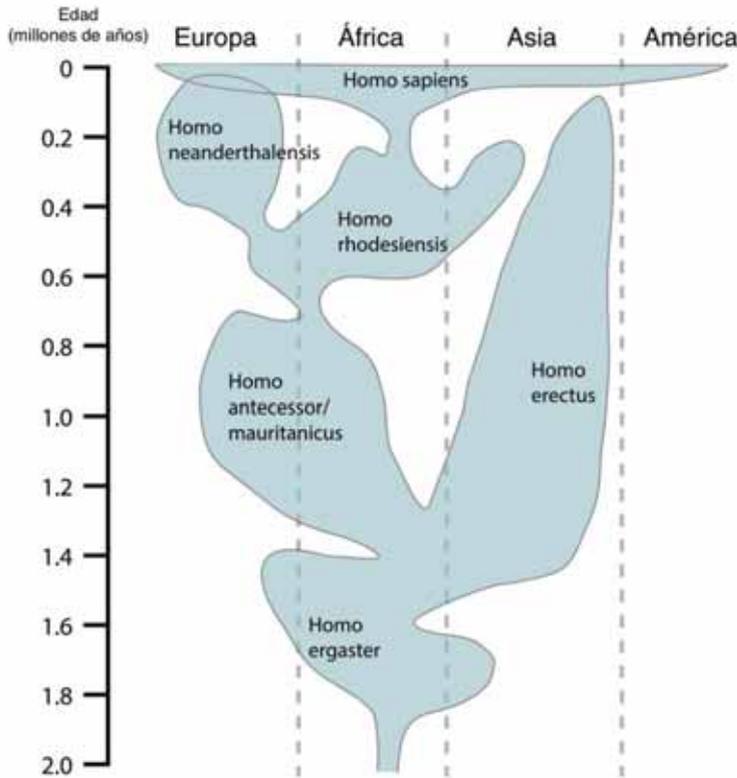
inmensa cantidad de formas de vida pasadas, y permitieron encontrar conexiones entre distintos grupos de organismos.

En su viaje en el *Beagle*, Darwin encontró fósiles de mamíferos extintos, que se asemejaban a mamíferos vivos (por ejemplo, restos de armadillos gigantes o marsupiales extinguidos). Sin embargo, nunca encontró pruebas de la transición gradual de una especie a otra. De hecho, todavía hay científicos que lo ponen en duda.

Una de las pruebas de este cambio gradual lo constituiría el hallazgo de una larga serie de caballos extintos, en la que se apreciaba una sucesión de cambios: desde el *Eohippus* (un herbívoro de 20-50 centímetros, con tres dedos y almohadillas en las patas), que aumentó de tamaño, cambió los dientes y redujo el número de dedos, hasta el género *Equus* actual. No obstante, se ha comprobado que estas especies no se sucedieron linealmente unas a otras, sino que algunas de ellas, con características muy distintas, convivieron; otras se extinguieron; otras se diversificaron.

No obstante, el linaje del caballo ha supuesto uno de los ejemplos más utilizados a favor del darwinismo. Y no es el único caso en que se han encontrado formas intermedias, de hecho, la anatomía comparada de los distintos grupos de vertebrados refleja un orden evolutivo que coincide con el orden en que aparecieron estos animales en la Tierra, de acuerdo con el registro fósil: primero los peces, seguidos por anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

Ahora sí, recuperemos la pregunta inicial: ¿existen los fósiles vivientes? la respuesta es que sí, sí que existen. Algo complicado



Árbol filogenético del género *Homo*. En la imagen no aparece *Homo habilis* porque diversos autores lo consideran un antecesor de este género (más cercano al *Australopithecus*) dada su pequeña capacidad craneal. Como puede verse, la humanidad surge en África y se va extendiendo por Asia y Europa. Sólo el *Homo sapiens*, única especie que ha sobrevivido hasta la actualidad, coloniza América. Foto: modificado de Reed y S. L., Smith V. S. y Rogers A. R., Wikimedia Commons

hace 850.000 años. Medía 1,70 metros, tenía una cara, pies y manos similares a los hombres modernos, un cuerpo ancho como los neandertales, y presentaba signos de practicar el canibalismo. Se bautizó como *Homo antecessor* porque se pensaba que era el ancestro común a humanos y neandertales.

Hoy conocemos que esto no es exactamente así, y el mayor candidato a ese puesto (también estudiado ampliamente en Atapuerca) es *Homo heidelbergensis*, especie que vivió hace aproximadamente 600.000 años. Anatómicamente, estos homínidos tenían una estatura media de 1,80 metros, cráneos grandes y aplanados, y mandíbulas salientes. Además, es el primer grupo en el que se detectan indicios de una mentalidad simbólica. Sus restos encontrados en Alemania denotan que alcanzó el centro y norte de Eurasia.

IV

BIODIVERSIDAD

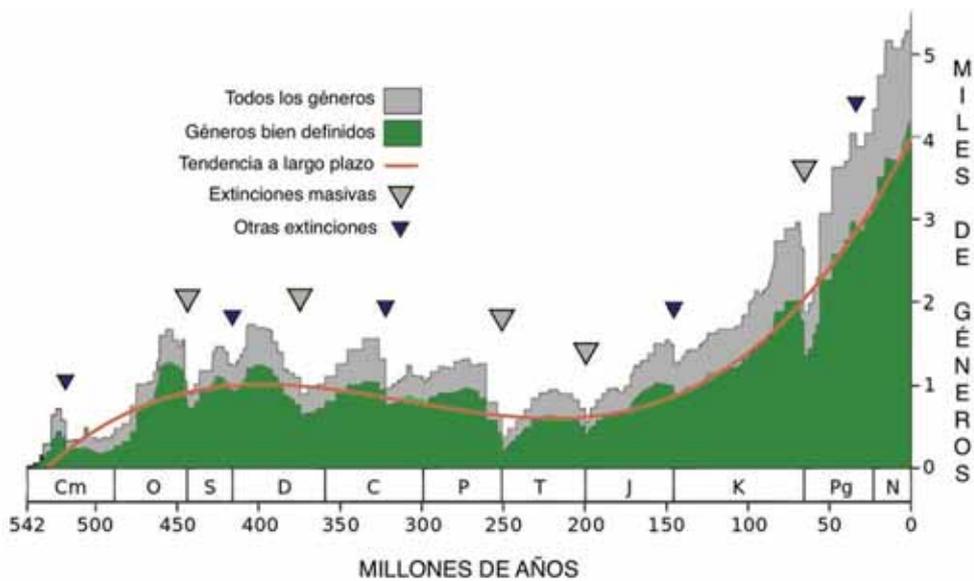
35

¿CUÁNTAS ESPECIES DISTINTAS EXISTEN?

Hemos comprobado cómo, a través de un complejo mecanismo evolutivo de millones de años, el planeta ha pasado de tener unas minúsculas moléculas orgánicas en el caldo primordial, hasta tener distintos organismos colonizando cada rincón del mismo. Hablamos de biodiversidad o diversidad biológica para referirnos a variedad de seres vivos presentes en un medio.

Desde su formación, hace aproximadamente cuatro mil quinientos millones de años, la superficie de la Tierra no ha cesado de cambiar: transformaciones provocadas por procesos geológicos internos (movimiento de las placas, volcanes, terremotos, formación de cordilleras, etc.) y externos (fenómenos atmosféricos, erosión, etc.). Esto ha permitido la aparición de distintos y variados ambientes, entornos indispensables para el desarrollo de mecanismos de especiación.

Las nuevas especies formadas, a su vez, han introducido modificaciones en el paisaje, en la atmósfera, en la hidrosfera, etc., influyendo de esta manera en la evolución de otros grupos de organismos. De esta forma, todo se ha interrelacionado, la biosfera

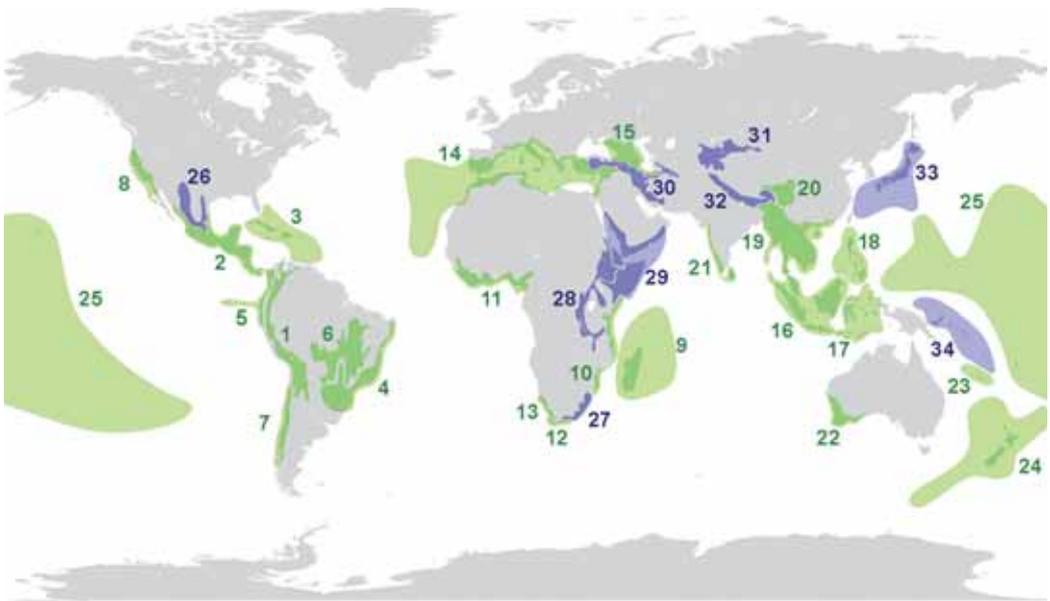


Evolución de la biodiversidad del planeta durante el Eón Fanerozoico (división temporal que abarca los últimos 542 millones de años); previamente ya existía vida en el planeta, pero se reducía a especies muy sencillas y no estaba diversificada. Los triángulos más grandes marcan las cinco extinciones masivas y los más pequeños otras extinciones menores. El número de géneros bien definidos ha aumentado hasta más de 4.000. Foto: modificado de Mestre, A., Wikimedia Commons, basado en Rohde, R. y Muller, R., 2005

provocarían vulcanismo en superficie. Y también se postula la posibilidad de que la oscilación del Sol en su movimiento dentro de la galaxia haya provocado cambios climáticos con cierta cadencia.

Vimos con anterioridad que las especies actuales representan una mínima parte de todas las que han existido, debido a los procesos de extinción. Aun teniendo este dato en mente, el número de especies a largo plazo ha ido en aumento, es decir, actualmente contamos con la mayor biodiversidad que ha habido en nuestro planeta en un mismo momento. Una biodiversidad compuesta por más de cuatro mil géneros distintos, y más de cinco millones de especies (incluso hay autores que ponen el límite en los cien millones). Muchos investigadores están haciendo grandes esfuerzos en estudiar las distintas formas de vida, que manera que nos ayude a entender el pasado y el presente de la Tierra.

Además del enfoque puramente científico, hace mucho tiempo que la biodiversidad del planeta se comenzó a interpretar desde la perspectiva de los «servicios» que los ecosistemas aportan a la economía, los modos de vida y otros aspectos del bienestar



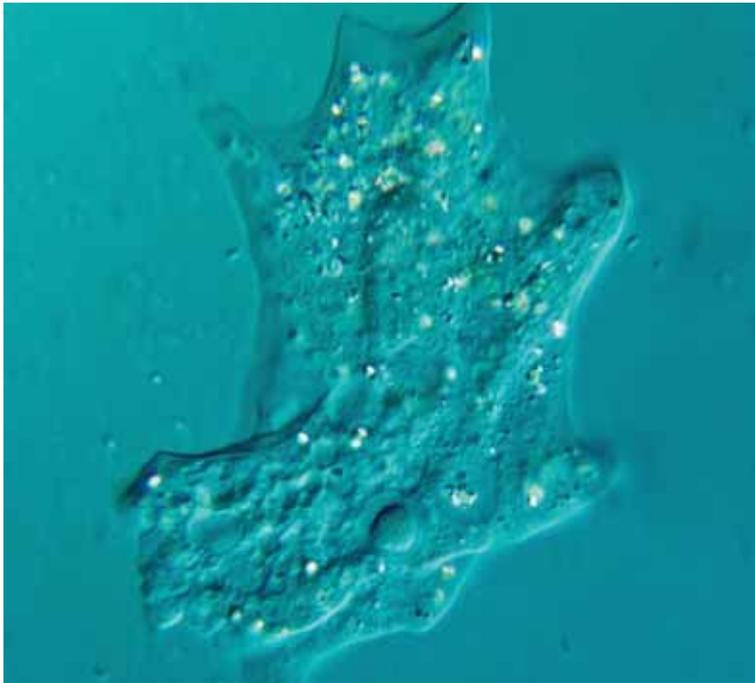
Mapa mundial de los *hotspots* de biodiversidad. Las veinticinco áreas marcadas en verde fueron establecidas en el año 2000, desde entonces se han añadido nueve zonas (numeración del 26 al 34). La mayor parte de ellas se encuentran en regiones tropicales (recordemos que para valorarlos se han utilizado criterios basados en la vegetación presente) y en zonas costeras. Foto: Ninjatacoshell, Wikimedia Commons

pesar de ocupar menos del 7 % de la superficie del planeta; y los arrecifes de coral que, pese a ocupar menos del 0,1 % de la superficie de los océanos, albergan el 25 % de las especies marinas.

Son áreas de gran biodiversidad, en muchas ocasiones amenazadas. Acorde con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), el 41 % de los anfibios, el 33 % de los corales en arrecifes, el 13 % de las aves, y el 25 % de los mamíferos del planeta están en peligro de extinción.

Llamamos punto crítico de biodiversidad (*hotspot*) a las zonas ricas en diversidad biológica que se enfrentan a amenazas serias debido al impacto humano. Los *hotspots* cumplen dos criterios: tienen que haber perdido al menos el 70 % de su vegetación original, y más de 1.500 de sus especies de plantas vasculares deben ser endemismos (encontrarse sólo ahí). En el mundo existen 34 áreas con estas características.

La amenaza más grave que afecta a la biodiversidad en el planeta es la pérdida de hábitats derivada de la deforestación masiva de grandes regiones del globo. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO),



Los protozoos del género *Amoeba* son rizópodos, no tienen forma definida. Deforman su membrana plasmática formando prolongaciones temporales denominadas pseudópodos, con los que se mueven y se alimentan (por fagocitosis). Muchos de ellos viven libres y algunos son parásitos de vertebrados, como *Entamoeba histolytica*, que causa amebiasis en el ser humano al ingerir agua contaminada. Foto: Nina-marta, Wikimedia Commons

Los principales grupos de algas microscópicas son los dinoflagelados, crisofitos, euglenoides, diatomeas y algas conjugadas. En cuanto a las algas macroscópicas, estas son todas fotosintéticas, y se han nombrado acorde con su pigmento predominante, así encontramos: clorofitos o algas verdes, feofitas o algas pardas, y rodofitos o algas rojas. Todas presentan clorofila pero, mientras en las primeras este es el pigmento más abundante, en las algas pardas predominan los carotenos, y en las algas rojas las ficobilinas. Esta diversidad les ha permitido vivir a distintas profundidades, recibiendo y captando distintas intensidades de luz.

Por último, los protocistas con carácter fúngico son seres heterótrofos similares a los hongos. Entre ellos encontramos a los mixomicetos o mohos mucilaginosos y los oomicetos.

La clasificación moderna, basada en análisis moleculares, establece algunas relaciones filogenéticas entre estos grupos de protocistas. Todas ellas hipotéticas y sometidas a revisión constante. De esta manera, tendríamos distintos clados: los stramenopilos

V

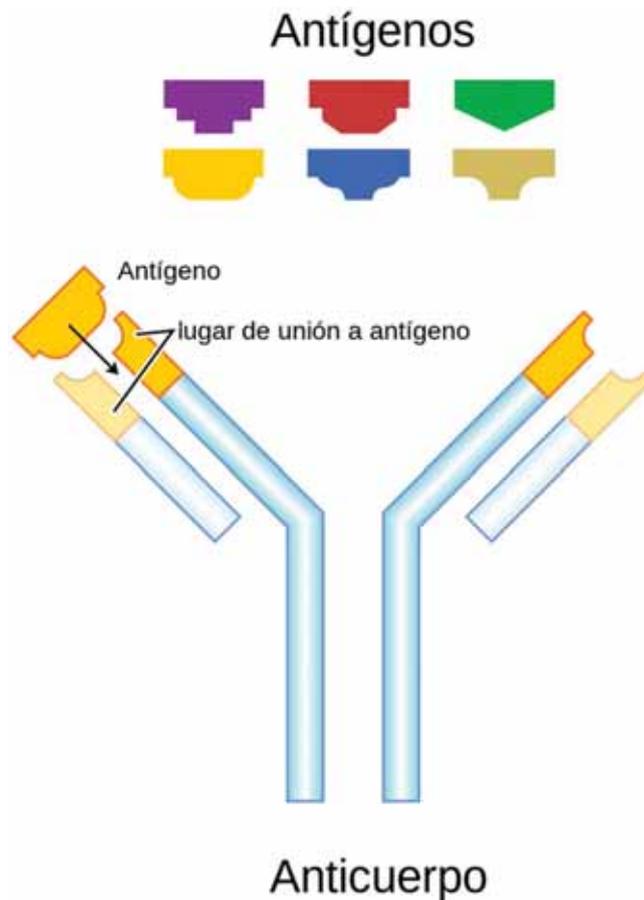
SALUD Y ENFERMEDAD

64

¿PUEDE UNA ENFERMEDAD SER BENEFICIOSA?

Iniciamos con esta pregunta el quinto bloque, referente a la salud y la enfermedad. Como no podía ser de otro modo, comenzaremos definiendo qué significan estos términos. Durante muchos años, se ha definido salud como la ausencia de enfermedad, entendiéndose que el estado saludable era aquel en el que el cuerpo humano ejercía con normalidad todas sus funciones vitales. La enfermedad, por tanto, sería la desviación de esa normalidad. La salud se limitaba así al contexto del funcionamiento físico del cuerpo.

Como consecuencia de la gran cantidad de secuelas psicológicas generadas a partir de la Segunda Guerra Mundial, comenzaron a verse otras dimensiones en el concepto de salud, y este quedaba redefinido por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en la Conferencia Sanitaria Internacional de 1946 como «un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades». Además, el microbiólogo René Dubos aportaba una visión ecológica de la salud, añadiendo el contexto ambiental. La salud sería, por tanto,



Los anticuerpos o inmunoglobulinas son glucoproteínas en forma de «Y» que tienen una región variable exclusiva de cada anticuerpo, con la que se unen específicamente a un tipo concreto de antígeno. Fruto de esta unión se forman los complejos antígeno-anticuerpo, que posteriormente son inactivados o fagocitados. La unión es estructural, por complementariedad de la forma espacial entre ellos.

Foto: Carra G., Wikimedia Commons

Los linfocitos son otro tipo de glóbulos blancos que, a diferencia de los fagocitos (que se forman y maduran en la médula ósea, pasando de ahí a la sangre), se desarrollan y maduran en la médula y el timo, pasando de ahí a sangre y linfa (de ahí su nombre). Existen tres tipos: linfocitos B, linfocitos T, y otro tipo de mayor tamaño, llamadas células asesinas naturales (NK, *natural killers*).

La respuesta inmune provocada por estas células puede ser de dos tipos: humoral y celular. La respuesta inmune humoral es llevada a cabo por los linfocitos B, caracterizados por su capacidad para producir un tipo de proteínas defensivas llamadas *anticuerpos* o inmunoglobulinas. En la médula ósea se generan millones de

VI

EL CUERPO HUMANO

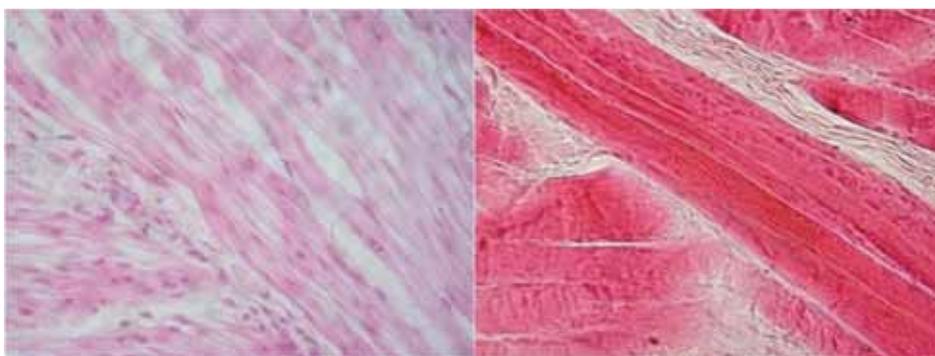
78

¿ESTAMOS PERFECTAMENTE DISEÑADOS?

El cuerpo humano es una increíble máquina viva, cuyos mecanismos internos son más complejos y coordinados que el más potente de los ordenadores. Todo en su interior encaja, todo tiene un sentido, los millones de células que nos forman se han especializado en cumplir diferentes funciones, hasta niveles sorprendentes. Todo ello fruto, como hemos visto, de un proceso evolutivo de millones de años.

Para saber si estamos bien diseñados, primero veamos cómo es nuestra estructura. En el primer bloque ya hablamos de las unidades estructurales que componen la materia viva, las células. Ahora analizaremos cómo se organizan estas células para llegar a formar un organismo tan complejo como es el humano.

En biología, ordenamos las distintas estructuras vivas acorde con su grado de complejidad, teniendo en cuenta su composición química y las funciones de sus componentes. De manera que contamos con unos *niveles de organización de la materia viva* que van desde el nivel subatómico hasta la biosfera. Cada nivel tiene una serie de propiedades que son más que la suma de las propiedades



Fotografía de tejido muscular al microscopio. En la imagen de la izquierda se muestra la musculatura lisa de la vejiga urinaria. En la imagen de la derecha se observan las estrías propias del tejido muscular estriado. En realidad son bandas transversales formadas por proteínas contráctiles, miosina y actina. Foto: Mazza, A. y Jagiellonian University Medical vía Wikimedia Commons

(músculos voluntarios) y en el corazón, donde se le conoce como músculo cardíaco.

El tejido nervioso está constituido por neuronas, especializadas en la recepción, elaboración y transmisión de impulsos nerviosos. Estas células conviven acompañadas por células de la glía, necesarias para su funcionamiento, y se extienden por el interior en haces llamados nervios, que nos permiten detectar estímulos en casi toda la superficie de nuestro cuerpo.

El grupo de tejidos conjuntivos o conectivos son aquellos que protegen, reúnen y dan apoyo a los otros tres tipos vistos anteriormente. Entre ellos encontramos los tejidos sanguíneos, el tejido cartilaginoso, óseo y adiposo. Todos tienen una matriz extracelular muy abundante. En los tejidos sanguíneos esta matriz es líquida, se trata del plasma, formado por iones y moléculas biológicamente activas. El tejido cartilaginoso es resistente y flexible, constituye algunas estructuras del cuerpo humano como el tabique nasal, la tráquea, la oreja, los discos intervertebrales y los extremos de los huesos. El tejido óseo, por otro lado, tiene una matriz impregnada con fosfato de calcio. Si una persona no ingiere suficiente calcio con la dieta, el cuerpo lo toma de esta matriz ósea, lo que deriva en el desarrollo de enfermedades como la osteoporosis, que provoca fragilidad excesiva de los huesos. Por último, el tejido adiposo sirve para almacenar grasas como reserva de energía, además de aportar aislamiento térmico al cuerpo.



Las hembras de algunas especies, como las abejas, se reproducen por partenogénesis. Los óvulos haploides sin fecundar se dividen por mitosis, desarrollando un individuo adulto sin necesidad de espermatozoides. La descendencia así creada estará formada enteramente por machos (todos haploides). Cuando existe fecundación, surgen hembras (todas diploides), que se convertirán en obreras, o en reinas (si se alimentan de jalea real).

sexuales o gametos —oocito y espermatozoide— provenientes de sendos progenitores. Es un proceso más complejo, pero permite a la especie evolucionar con mayor celeridad. De hecho, actualmente es la forma predominante de reproducción en animales.

Los gametos, como vimos, se producen a partir de un proceso de meiosis, y cuentan con la mitad de material genético que el resto de células del organismo. Al unirse, formarán una única célula —el cigoto— con una dotación cromosómica normal. Los oocitos son inmóviles y de mayor tamaño, ya que portan en su citoplasma los nutrientes que el embrión en desarrollo necesitará. Los espermatozoides, por otro lado, son móviles y de menor tamaño, al tener el citoplasma reducido.

El proceso por el que oocito y espermatozoide se unen es denominado fecundación, y puede darse tanto dentro como fuera del aparato reproductor femenino. Muchos invertebrados, y la mayoría de especies de peces y anfibios, tienen fecundación externa. La hembra libera los oocitos al medio —proceso de *desove*— y el macho deposita los espermatozoides, que nadan hasta llegar a los oocitos para fecundarlos (requieren, por tanto, un medio acuoso).

BIBLIOGRAFÍA

- AGENCIA ESPAÑOLA DE MEDICAMENTOS Y PRODUCTOS SANITARIOS (AEMPS). *Cómo se regulan los medicamentos y productos sanitarios en España*. Madrid: AEMPS, 2014.
- ALBERO, R., SANZ, A. y PLAYÁN, J. «Metabolismo en el ayuno». En: *Endocrinología y Nutrición*, 2004; 51(04): 139-148.
- BIANCONI, Eva, PIOVESAN, Allison, FACCHIN, Federica, BERAUDI, Alina, CASADEI, Raffaella, FRABETTI, Flavia, *et al.* «An estimation of the number of cells in the human body». En: *Annals of Human Biology*, 2013; 40(6): 463-471.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. *Numerous bird species have been driven extinct* (2014). Disponible en: <http://www.birdlife.org/datazone/sowb/state/STATE1> [Consultado 12-04-16].
- BROWN, Dwayne, CANTILLO, Laurie y WEBSTER, Guy. *NASA confirms evidence that liquid water flows on today's Mars* (2015). Disponible en: <http://www.nasa.gov/press-release/nasa-confirms-evidence-that-liquid-water-flows-on-today-s-mars> [Consultado 2-03-2016].
- BRUSATTE, Stephen. «¿Qué causó la extinción de los dinosaurios?». En: *Investigación y Ciencia*, 2016; n.º 473: 40-45.