SERIE
NUEVAS
MIRADAS

NES

Biología

2

Débora Demarchi (Coordinadores)
María Cecilia Coral de Dios • Alejandra Cornet
Luciana Couso • Sergio Ghio

NES 2º AÑO Nueva Escuela Secundaria (CABA)

tinta fresca

NES

Biología

2

tinta fresca

Biología 2 NES

tinta fresca

Gerente general
Claudio De Simony

Directora editorial
Alina Baruj

Coordinación autoral
Débora Demarchi

Autores
Alejandra Cornet
Luciana Couso
Cecilia de Dios
Sergio Ghio

Editores
Gabriela Avagnina
Alexis Tellechea

Correctores
Diego Kochmann
Sebastián Vargas

Jefa de arte
Eugenia Escamez
Coordinadora de arte y diseño de maqueta
Lorena Morales
Diseño de tapa
Héctor Horacio Chivih Steinig

Ilustraciones
Federico Combi
Fabián Slongo
Daniel Zilberberg
Carla Mariel Barcic Zupan

Jefa de preprensa y fotografía
Andrea Balbi
Selección de imágenes
Leandro Ramírez

Fotografías
Archivo Clarín
Roberto Cinti
Martín Katz
Pablo Picca

Asistente editorial
Carolina Pizze

Producción editorial
Ricardo de las Barreras
Gustavo Melgarejo

Marketing editorial
Mariela Inés Gomez

© Tinta fresca ediciones S. A.
Corrientes 534, 1er piso
(C1043AAS)
Ciudad de Buenos Aires

Hecho el depósito que establece la ley 11.723.
Libro de edición argentina.
Impreso en la Argentina.
Printed in Argentina.

ISBN 978-987-576-803-1

Biología 2 : NES / María Cecilia Coral de Dios ... [et al.]. - 1a edición para el alumno - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Tinta Fresca, 2016.
160 p. ; 28 x 21 cm.

ISBN 978-987-576-803-1

1. Biología para Niños. I. Coral de Dios, María Cecilia
CDD 570

Este libro se terminó de imprimir en el mes de enero de 2016 en Arte Gráfica NesDan S.R.L., Virrey Cevallos 1975, CABA.
La tirada consta de 2.000 ejemplares.

Este logo alerta al lector sobre la amenaza que fotocopiar libros representa para el futuro de la escritura. En efecto, la fotocopia de libros provoca una disminución tan importante de la venta de libros que atenta contra la posibilidad de los autores de crear nuevas obras y de las editoriales de publicarlas.

La reproducción total o parcial de este libro en cualquier forma que sea, idéntica o modificada, y por cualquier medio o procedimiento, sea mecánico, electrónico, informático o magnético y sobre cualquier tipo de soporte, no autorizada por los editores, viola derechos reservados, es ilegal y constituye un delito.

En español, el género masculino en singular y plural incluye ambos géneros. Esta forma propia de la lengua oculta la mención de lo femenino. Pero, como el uso explícito de ambos géneros dificulta la lectura, los responsables de esta publicación emplean el masculino inclusor en todos los casos.

Índice

Parte I: Unidad de vida

Capítulo 1
La célula: unidad estructural 7
La célula como unidad de vida 8
La estructura básica de las células..... 9
Esto decía: Anton van Leeuwenhoek 10
Microscopios: herramientas para la observación 11
El microscopio óptico 12
Otros modelos de microscopios 13
Las células procariotas.....14
Las células eucariotas 15
La célula eucariota animal 15
La célula eucariota vegetal..... 16
La célula eucariota de los hongos 17
Las células animales y vegetales en el microscopio 18
La teoría endosimbiótica 19
La nutrición de los primeros seres vivos 19
Hacia el surgimiento de los cloroplastos y las mitocondrias..... 20
Un ancestro común para todos los seres vivos.....21
Una observación que explica la teoría del ancestro común 22
Divulgación de la ciencia: Las células se organizan 23
El origen de la pluricelularidad..... 24
La teoría colonial..... 24
La teoría sincitial 25
Ventajas de la pluricelularidad..... 26
Ciencia y arte: El arte en las fotografías tomadas con microscopio..... 27
Actividades finales..... 28

Capítulo 2
La célula: unidad funcional 29
La membrana plasmática como barrera semipermeable..... 30
Intercambio de materiales entre la célula y el medio 31
Las células, las condiciones del medio y el transporte de sustancias 34
La importancia del modelo de mosaico fluido..... 36
Divulgación de la ciencia: Resuelven un misterio inmunológico 37
El núcleo como centro de control de la actividad celular 38
La organización del núcleo celular 38
El núcleo celular y la mitosis 39
El citoplasma y las organelas como medios para el metabolismo 41
Reacciones catabólicas 41
Reacciones anabólicas 44
El papel de las moléculas como componentes estructurales y funcionales de las células 46
El caso de las enzimas 47
Ciencia y arte: La historia del pan en el arte 49
Actividades finales..... 50

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Capítulo 3
El cuerpo humano como sistema 51
El cuerpo humano es un sistema integrado 52
Las funciones biológicas 53
Alimentarse no es lo mismo que nutrirse..... 53
Sistema digestivo 54
Órganos del sistema digestivo 55
Glándulas anexas 56
Proceso digestivo 57
La absorción de nutrientes 58
Eliminación de desechos: materia no absorbida 58
Divulgación de la ciencia: "Desayunar como un rey": siete afirmaciones de la ciencia 59
El sistema circulatorio.....60
El corazón..... 60
Arterias, venas y capilares 61
Circuitos sanguíneos 62
Automatismo cardíaco 62
Ciencia y arte: El séptimo arte de la mano con la ciencia 63
El sistema respiratorio.....64
Las vías respiratorias y el recorrido del aire..... 64
Los pulmones 65
Movimientos respiratorios 66
La hematosis y el transporte de los gases de la respiración 67
La respiración celular 67
Regulación del sistema respiratorio 67
El sistema excretor 68
El sistema urinario..... 68
El nefrón y la formación de la orina 69
Composición de la orina 69
La adolescencia 70
La función de nutrición en los adolescentes..... 71
Divulgación de la ciencia: La importancia de hacer actividad física 72
Divulgación de la ciencia: "El sedentarismo es enfermedad, la actividad física es salud" 73
Actividades finales.....74

Capítulo 4
Los alimentos 75
Alimentos y nutrición 76
El agua 77
Las biomoléculas 78
Hidratos de carbono..... 78
Proteínas 79
Lípidos 81
Vitaminas..... 83
Componentes inorgánicos: los minerales.....84
Los alimentos y la salud 85
Alimentación sana 86
Enfermedades relacionadas con la alimentación..... 87
Divulgación de la ciencia: Se puede ser "sensible al gluten" sin ser celíaco 88
Enfermedades por contaminación de alimentos 89
Divulgación de la ciencia: Alerta por un brote de triquinosis en Pehuajó 91
Los jóvenes y el colesterol 92
Ciencia y arte: Los alimentos y el arte 93
Actividades finales.....94

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Parte II: Información genética

Capítulo 5
Herencia 95
Herencia de los caracteres 96
Genes y cromosomas 96
Herencia mendeliana 98
Herencia de un gen con dos alelos 100
Herencia de dos genes con dos alelos 101
Herencia no mendeliana 103
Alelos múltiples 103
Codominancia 103
Genes ligados 104
Herencia intermedia 105
Divulgación de la ciencia: Rosa o celeste: cómo se define el sexo en los bebés 106
Herencia ligada al sexo 107
Divulgación de la ciencia: Las moscas encierran muchos secretos sobre el comportamiento humano 108
Herencia poligénica 110
Interacción entre genes 111
Desequilibrios hereditarios 112
Desequilibrios a nivel génico 112
Desequilibrios a nivel cromosómico 113
Ciencia y arte: Retrato de Carlos II "el Hechizado" 114
Actividades finales 116

Capítulo 6
Del ADN al organismo 117
Las proteínas determinan las características de los organismos 118
Composición de las proteínas 118
Funciones de las proteínas 119
Las proteínas producen las características de los organismos 119
El ADN como centro de la información genética 121
Composición y estructura de los ácidos nucleicos 121
Autoduplicación del ADN 123
Síntesis de proteínas 124
Proceso de transcripción de los ARN 124
Esto decía: Francis Crick y James Watson 125
Proceso de traducción de las proteínas 126
Mutaciones génicas 128
Mutaciones por sustitución 128
Mutaciones por adición o inserción 129
Mutaciones por deleción o supresión 129
Agentes mutagénicos 130
Epigenética 131
Secuenciación de genomas 132
Ciencia y arte: X-Men 133
Actividades finales 134

Parte III: Evolución de los seres vivos

Capítulo 7
Evolución 135
Los cambios a lo largo de la historia de la Tierra 136
Cambios en la biodiversidad 137
Evidencias de la evolución a partir del registro fósil 138
Relaciones de parentesco 140
Divulgación de la ciencia: Encontraron los restos del antepasado más antiguo del hombre 142
Evidencias de la evolución: casos emblemáticos 143
Archaeopteryx, entre los dinosaurios y las aves 143
Reconstrucción de un linaje a partir de fósiles 144
Evidencias evolutivas desde la biología molecular 145
Evidencias evolutivas desde la anatomía 146

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Microevolución 147
Evolución de una polilla en unas pocas generaciones 148
Darwin y la evolución por selección natural 149
Requisitos para que exista selección natural 150
Teoría sintética 151
Especiación 152
Esto decía: Stephen Jay Gould 153
Divulgación de la ciencia: La guerra de las bacterias 154
Ciencia y arte: La evolución en las pantallas y los libros 155
Actividades finales 156

Índice alfabético 157

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

La célula: unidad estructural

1

Contenidos

> La estructura básica de las células
> Microscopios: herramientas para la observación
> Las células procariotas y eucariotas
> Teoría endosimbiótica. Surgimiento de cloroplastos y mitocondrias
> Un ancestro común para todos los seres vivos
> Origen y ventajas de la pluricelularidad
> Teoría colonial
> Teoría sincitial

Todos los seres vivos, desde los que se pueden ver a simple vista hasta los que solo se ven a través de microscopios, como las bacterias, están formados por unidades llamadas células. Todas las células, independientemente del organismo del cual estén formando parte, tienen ciertas características que les permiten llevar a cabo todas las funciones vitales inherentes a los seres vivos. El hecho de que todos los seres vivos estén formados por células es una evidencia a favor de que comparten un ancestro en común, y es una característica exclusiva que los separa de aquello que no tiene vida.

El desarrollo tecnológico, como la construcción de instrumentos de observación cada vez más potentes, permitió conocer las características de las células con mayor profundidad y también realizar hipótesis acerca del origen de los seres vivos.

EN ESTE CAPÍTULO...

Se describe a las células como unidades estructurales de los seres vivos. Además, se explica el origen de las primeras células y cómo a partir de estas se originó la diversidad celular que hoy conocemos. También se analizan las teorías que en la actualidad explican el origen en común de todos los seres vivos, así como las teorías que explican el origen de los organismos pluricelulares.

Contenido digital adicional

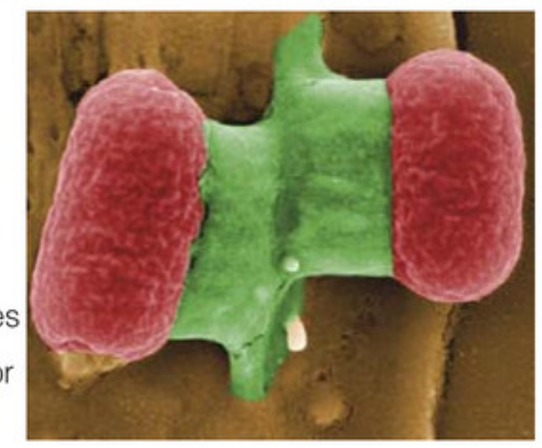
www.tintaf.com.ar/NBIO2C1

La célula como unidad de vida

Hace millones de años se formaron las primeras células. Uno de los principales eventos que permitió esto, además de ciertas condiciones ambientales, fue el surgimiento de una membrana que permitía separar el medio interno del medio externo. Este límite recibe el nombre de **membrana plasmática**.

Las células pueden formar parte de un individuo de gran tamaño, como un hongo, un animal o una planta, pero también una sola célula puede constituir en sí misma un ser vivo. En otras palabras, existen seres vivos formados por una sola célula, llamados **unicelulares**, y seres vivos formados por cientos y hasta por millones de células, llamados **pluricelulares**. Como no existen seres vivos formados por una estructura más pequeña o menos compleja que una célula, se dice que la célula es la unidad de vida.

Cada uno de los bastones que se observan en la imagen es una bacteria. Las bacterias son seres vivos formados por una sola célula.



Los paramecios son organismos unicelulares.

Algunas algas son pluricelulares y están formadas por millones de células.

Las hormigas son ejemplos de organismos pluricelulares.

En los seres vivos unicelulares, la membrana está en contacto con el medio externo. En este caso, podemos entender al medio externo como el ambiente que nos rodea pero también como el interior de otro ser vivo. Por ejemplo, los paramecios viven en el agua y, por lo tanto, su membrana está en contacto con ella. En cambio, para las bacterias que habitan en el intestino humano, el medio externo será el interior del intestino. En los seres vivos pluricelulares, las células pueden estar en contacto tanto con el ambiente como con el medio interno. Por ejemplo, en los seres humanos, las células más superficiales de la piel están en contacto con el aire. En cambio, las células del hígado están en contacto con otras células del cuerpo, con la sangre, y los nutrientes y las sustancias químicas que circulan por ella.

Las células tienen un tamaño tan pequeño que solo se observan a través de un microscopio. Todas las células intercambian materia y energía con su entorno y, además, reaccionan frente a cambios que ocurren a su alrededor. Por eso, pueden ser estudiadas como **sistemas abiertos**.

Actividades

1. Respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Por qué la célula es la unidad de vida?

b. ¿Por qué se considera que las células son sistemas abiertos? Mencionen las características que permiten sostener esta afirmación y, luego, busquen ejemplos para células de organismos unicelulares y para células de organismos pluricelulares.

2. Indiquen, en cada caso, si la célula está en contacto con el medio interno o con el ambiente.

a. Las amebas son organismos unicelulares que viven en el agua.

b. Las neuronas son células nerviosas que propagan la información por el cuerpo.

c. Los glóbulos blancos son células sanguíneas que protegen el cuerpo de todo microorganismo capaz de producir una enfermedad.

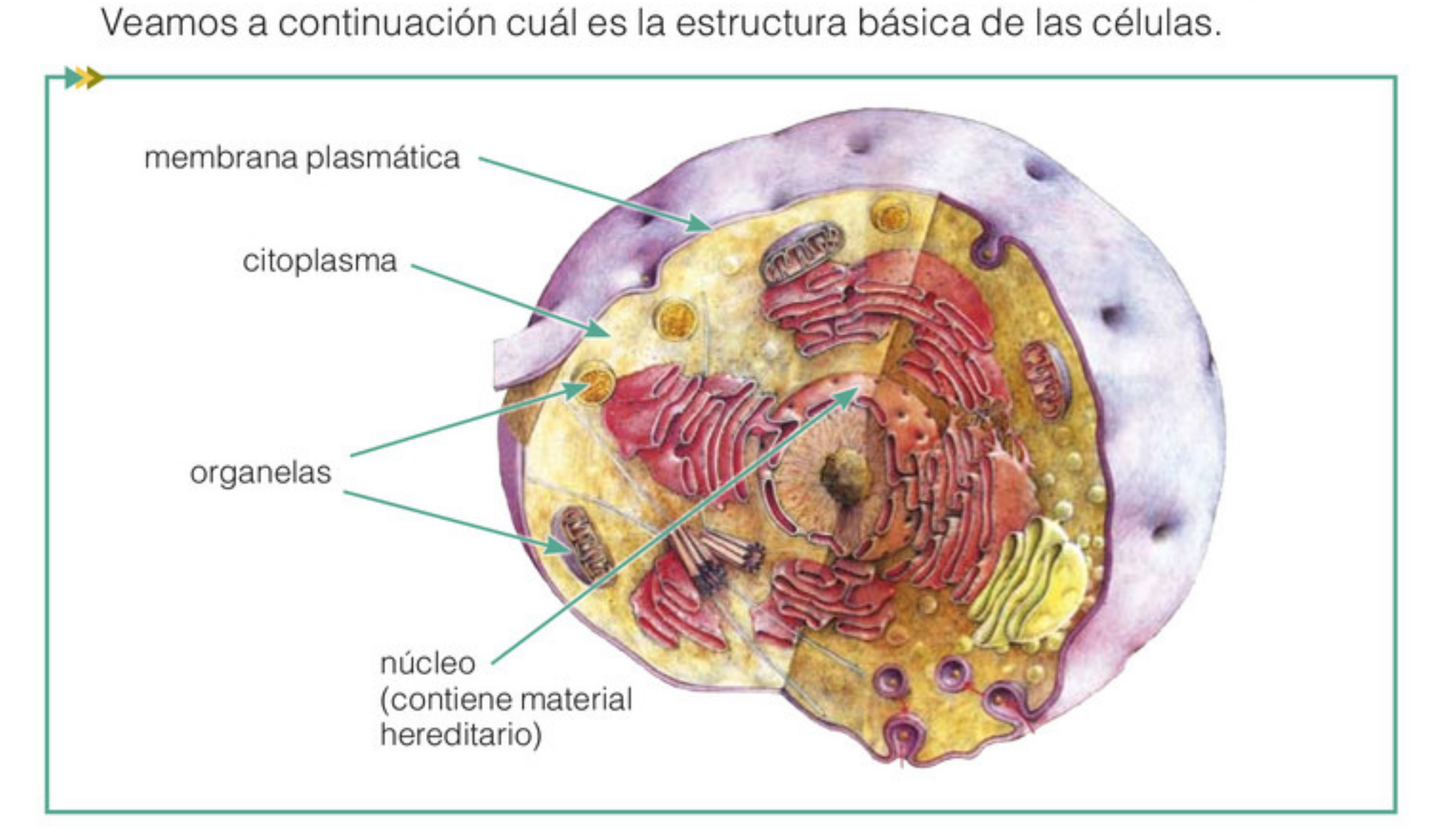
© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

La estructura básica de las células

La aparición de la membrana plasmática fue un evento indispensable en el surgimiento de las primeras células. Pero además, existen otros elementos que lo permitieron.

Todas las células poseen estructuras que intervienen en las procesos vitales de los seres vivos: la alimentación u obtención de materiales, el desecho de materiales o excreción, la respiración, el crecimiento, la capacidad de generar y producir respuestas frente a los cambios del medio u homeostasis, y la reproducción. Todo ser vivo, sea unicelular o pluricelular, lleva a cabo esas funciones. La diferencia está en que en los seres vivos unicelulares, todas esas funciones se llevan a cabo en el interior de la misma célula. En cambio, en los seres vivos pluricelulares, existen millones de células que se organizan en **órganos**. Estos, a su vez, forman **sistemas** que llevan a cabo esa función. Por ejemplo, en los humanos hay millones de células que forman parte de los órganos del sistema digestivo, como la lengua, el esófago, el estómago, el intestino, etc. Y estos órganos forman el sistema digestivo, que lleva a cabo el proceso de digestión.

Veamos a continuación cuál es la estructura básica de las células.



Todas las células, ya sea las que forman parte de los seres vivos unicelulares o los seres vivos pluricelulares, tienen en común ciertas estructuras.

▸ **Membrana plasmática**: es el límite entre el interior de la célula y su medio externo. Interviene en el control de sustancias que entran y salen de la célula.

▸ **Material hereditario**: está formado por un tipo de molécula en particular, el ácido desoxirribonucleico o ADN. En los genes, que son pequeñas porciones de ADN, reside la información acerca de la estructura, forma y función de las células. Cuando las células se dividen, el ADN, también llamado material genético, se transmite desde las células madres a las células hijas.

▸ **Organelas**: son pequeños sacos membranosos que realizan funciones vitales para la célula, como la digestión de los nutrientes. Según el tipo de célula, las organelas pueden ser muy diferentes.

▸ **Citoplasma**: es un medio semifluido, compuesto por agua y materiales orgánicos e inorgánicos. En él se encuentran las organelas celulares.

Curiosidades ▶

Si se pudieran extender las membranas plasmáticas de todas las células de una persona adulta, se podrían "alfombrar" casi 6 canchas de fútbol (40.000 m^2).

Actividades

1. ¿En qué se parecen una célula de un organismo unicelular y una célula de un organismo pluricelular? ¿En qué se diferencian?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Anton van Leeuwenhoek

Anton van Leeuwenhoek (1632-1723) fue un vendedor de mercaderías, inspector de pesos y medidas, y agrimensor de la corte de Holanda. Aunque no tuvo una formación académica universitaria, era un naturalista que fabricaba microscopios con sus lentes. Con estos instrumentos pudo observar seres vivos unicelulares y describirlos.

Réplica de un microscopio de van Leeuwenhoek.

"Aunque tengo ahora cincuenta años, poseo una dentadura excepcionalmente bien conservada, debido a la costumbre de frotarme fuertemente los dientes con sal todas las mañanas y, después de haberme limpiado las muelas con una pluma, vuelvo a restregarlos vigorosamente con un trapo.

A pesar de todo ello, cuando un día miré mis dientes con un espejo de aumento, vi entre ellos minúsculas porciones de sustancia blanca. Raspé los dientes para obtener una muestra y la mezclé con agua de lluvia pura. Puse la mezcla en un tubito y lo sujeté a la aguja de mi microscopio.

Encontré allí un ser increíblemente diminuto, que daba saltos en el agua al igual que un pez. Encontré también una segunda clase de animálculo que avanzaba nadando un pequeño trecho, giraba y a continuación, casi repentinamente, daba un hermoso salto mortal. También estaban allí unos seres que se movían perezosamente y se asemejaban a bastoncitos curvos. Se movían; no cabía la menor duda de que estaban vivos. ¡Tenía un parque zoológico en la boca! [...]

Cuando me siento afiebrado, bebo una gran cantidad de tazas de café tan caliente como me es posible soportar, con lo cual rompo a sudar. Una mañana, en medio de uno de los ataques de sudor, miré una vez el sarro formado en mi dentadura. No pude hallar allí ni uno solo de sus animálculos vivos, pues creí ver los cuerpos de millares de individuos muertos, y uno o dos se movían débilmente, como si estuviesen enfermos.

Con la ayuda de un espejo de aumento observé mis muelas y con gran sorpresa vi un número increíblemente grande de animálculos, y todos ellos en una porción extraordinariamente reducida del antes mencionado sarro. [...]

Entonces llevé a cabo un delicado experimento, que consistió en calentar el agua, incluidos sus minúsculos pobladores, hasta una temperatura ligeramente superior a la de un baño caliente. Inmediatamente las criaturillas cesaron en sus ágiles desplazamientos. Dejé enfriar el agua y no por ello volvieron a la vida. Era, sin duda, el café caliente el que había matado a las bestezuelas de mis incisivos.

¡Con qué delicia volví a examinarlos una vez más! No obstante, me encontraba molesto porque era imposible distinguir cuál fuera la cabeza y la cola de aquellos bichillos. ¡Pero debían de tener cabeza y cola, y también debían de poseer hígado y vasos sanguíneos!".

Actividades

1. ¿Por qué les parece que Leeuwenhoek creía observar "bichillos" en las muestras que observaba con su microscopio?

2. Busquen en Internet los dibujos que realizó Leeuwenhoek de los "animálculos" que observaba. ¿De qué les parece que se trataba lo que veía? ¿Por qué?

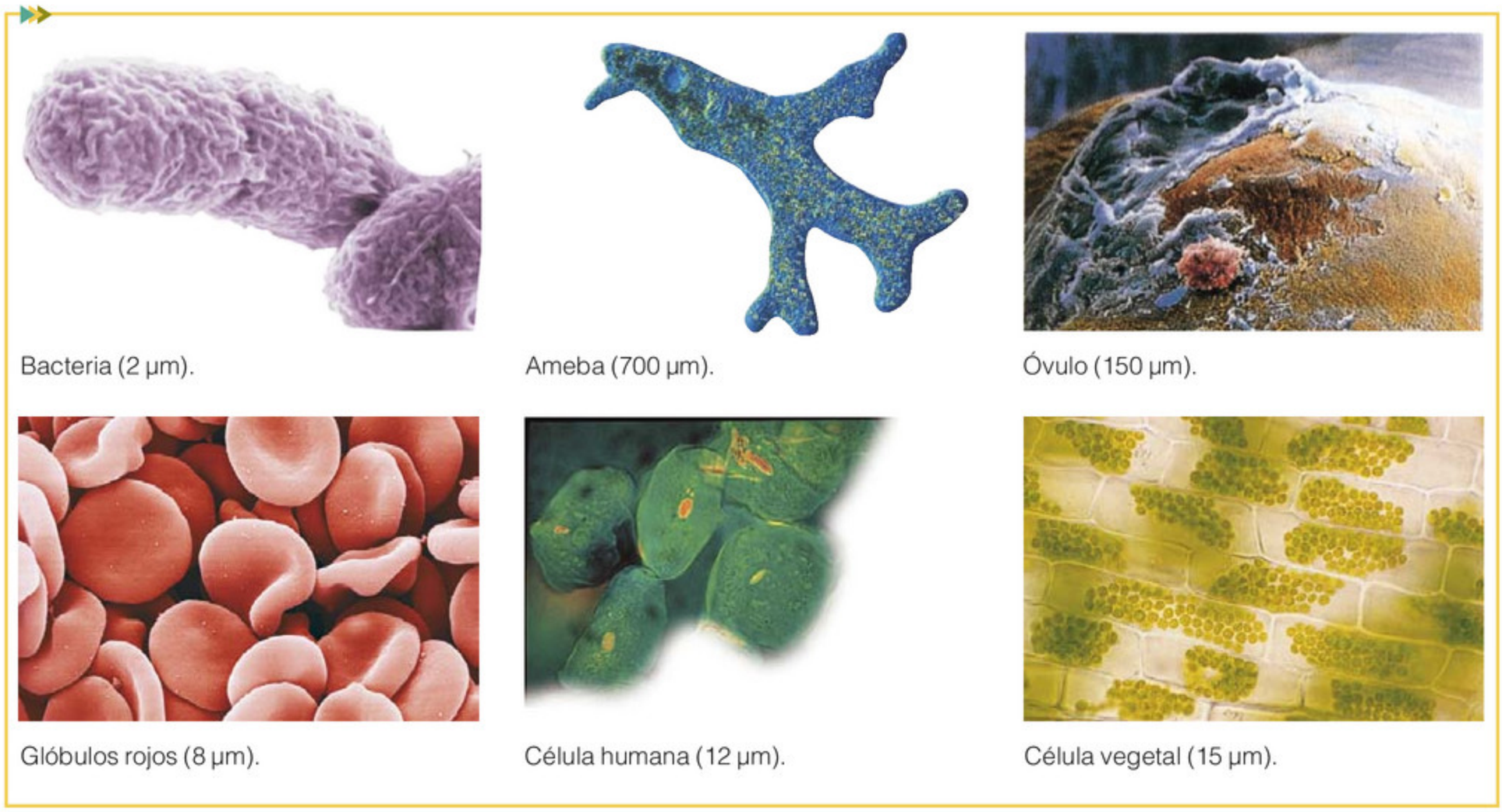
© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Microscopios: herramientas para la observación

La mayoría de las células no pueden ser observadas a simple vista. Por esta razón, para poder estudiarlas se utilizan diversos tipos de instrumentos, como los **microscopios**.

A través del microscopio puede observarse una enorme variedad de tamaños y de formas celulares. Por ejemplo, los organismos pluricelulares pueden estar compuestos por células con prolongaciones delgadas, como las neuronas; y otras con forma de disco cóncavo en ambas caras, como los glóbulos rojos. También, con el microscopio pueden observarse las células de los organismos unicelulares, como las bacterias y los protozoos*.

La mayoría de las células son de tamaño pequeño y por eso se utilizan microscopios para observarlas.



Bacteria (2 µm).

Ameba (700 µm).

Óvulo (150 µm).

Glóbulos rojos (8 µm).

Célula humana (12 µm).

Célula vegetal (15 µm).

El tamaño de las células es tan pequeño que para medirlas se usa una unidad de longitud especial, llamada **micra** (µm). Una micra equivale a la millonésima parte de un metro (10^{-6} m). Así, en las imágenes, se puede analizar el tamaño relativo de los distintos tipos celulares: por ejemplo, un óvulo humano (150 µm) es diez veces más grande que una célula vegetal (15 µm).

A partir de observar y analizar las imágenes, podemos decir que en la naturaleza hay una gran diversidad celular, y que las células se pueden agrupar según su tamaño. Pero también hay otra forma de agruparlas de acuerdo con su complejidad. Según este criterio, podemos encontrar células **procariotas** y células **eucariotas**.

Los ejemplos

Para saber si comprendieron un concepto o una idea, pueden reemplazar los ejemplos que menciona el texto por otros diferentes.

Actividades

1. Busquen otros ejemplos de células y averigüen su tamaño.

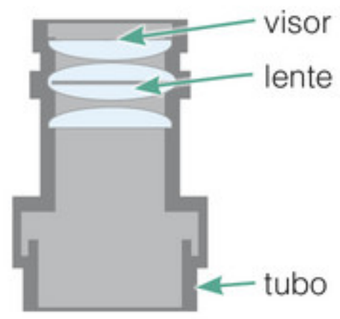
a. Escriban en sus carpetas el tipo de célula y su tamaño, y agreguen la información que encontraron.

Glosario

protozoos: grupo de seres vivos formados por una única célula pero diferente a la de las bacterias.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

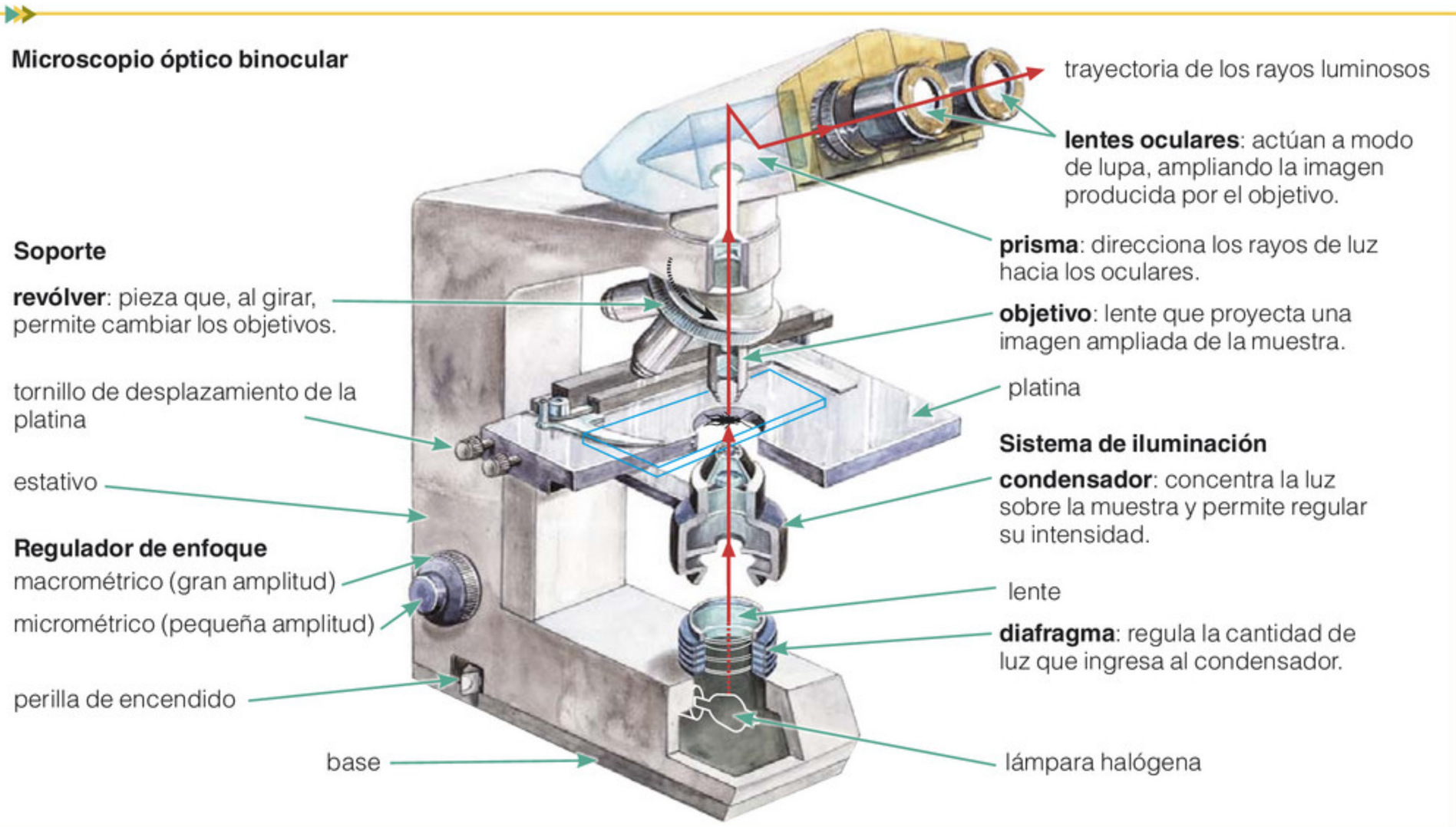
El microscopio óptico



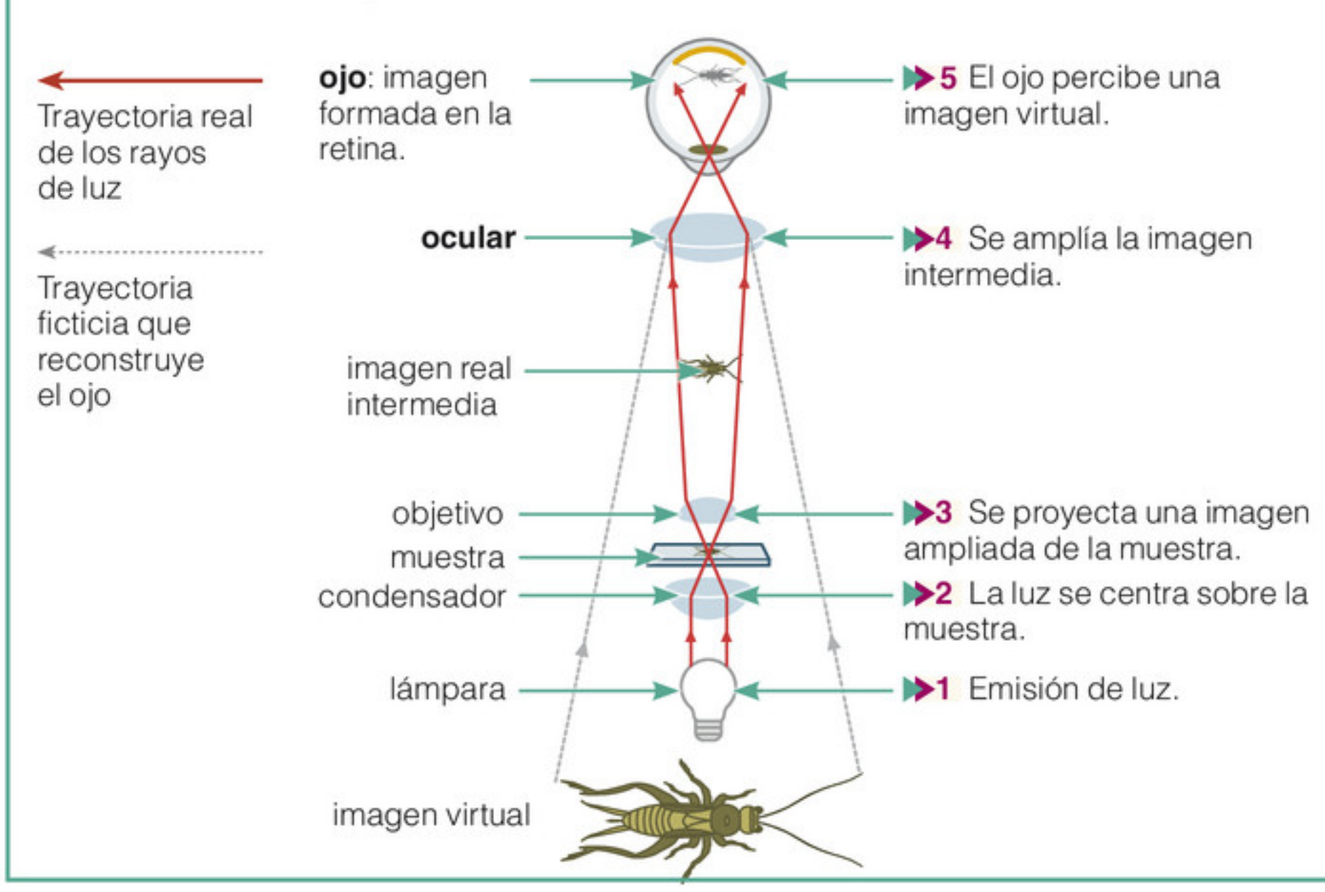
Corte de lente ocular.

El microscopio fue una herramienta trascendente para la evolución de la Microbiología* como ciencia. Su uso se extendió en el ámbito científico a partir del año 1850. El principio básico de un microscopio consiste en producir imágenes aumentadas de una muestra; es lo que comúnmente se llama **aumento**. Existe una gran variedad de microscopios; uno de ellos es el **microscopio óptico binocular**, que tiene un aumento de 40X a 2.000X. En otras palabras, produce imágenes de una muestra desde 40 hasta 2.000 veces más grandes.

Microscopio óptico binocular



Cómo se forma la imagen



Glosario

Microbiología: rama de la Biología cuyo objeto de estudio son los microorganismos.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Otros modelos de microscopios

Para poder ver una muestra al microscopio, es necesario usar una fuente de luz que incida sobre ella. A veces, la fuente de luz utilizada es natural o consiste en una lámpara sencilla, como el caso del microscopio óptico. Pero en otros casos, el microscopio utiliza sistemas de iluminación más sofisticados, como la luz láser. Algunos microscopios, en cambio, usan haces de electrones. Según el tipo de luz empleada y el juego de lentes que tenga el microscopio, se podrán obtener imágenes cada vez más aumentadas de la muestra. En algunos casos, la imagen se observa directamente a través del ocular, mientras que en otros, se proyecta en una pantalla.

Microscopio	Características	Ejemplo
Estereoscópico	Utiliza luz visible. Forma imágenes tridimensionales.	Estambres de una flor.
Confocal	Utiliza luz láser. Luego, la imagen se interpreta por computadora.	Notocordio.
Electrónico de escaneo	Utiliza un haz de electrones. Puede amplificar la imagen más de 100 mil veces.	Ojo compuesto de un mosquito.
Electrónico de transmisión	Utiliza un haz de electrones. Puede amplificar la imagen hasta un millón de veces.	Mitocondria (organela celular).
De fuerza atómica	Utiliza una punta de metal del tamaño de un átomo para recorrer la muestra.	Partículas de sulfato de amonio (aerosol).

Fuente: Nikon / How stuff works / Colegio industrial de ingenieros industriales de Madrid / Image gallery of fresh eater *Algae* from the Keweenaw Peninsula, Michigan, Jason K. Oyadomari / Fishcope / The Laboratory of Dr. Mark Cooper, University of Washington, Department of Zoology / Dorling Kindesley / Wald S.A. / Pedro Saveff / Héctor Brtuolo / Laura Brtuolo.

Curiosidades

Con la llegada del microscopio electrónico fue posible visualizar la ultraestructura celular. Este instrumento utiliza un haz de electrones generados por calentamiento de un filamento de tungsteno, en reemplazo de la luz visible. Los electrones recorren un tubo al vacío dirigidos por bobinas electromagnéticas que reemplazan las lentes del microscopio óptico. La imagen es captada indirectamente por el observador a través de su proyección en una pantalla fluorescente.

Actividades

1. ¿Por qué los microscopios fueron tan importantes en el desarrollo de la Microbiología?

2. Busquen información sobre los principales usos de los microscopios.

a. ¿Qué tipo de muestras permiten estudiar?

b. ¿Con qué finalidades se utiliza cada uno de ellos?

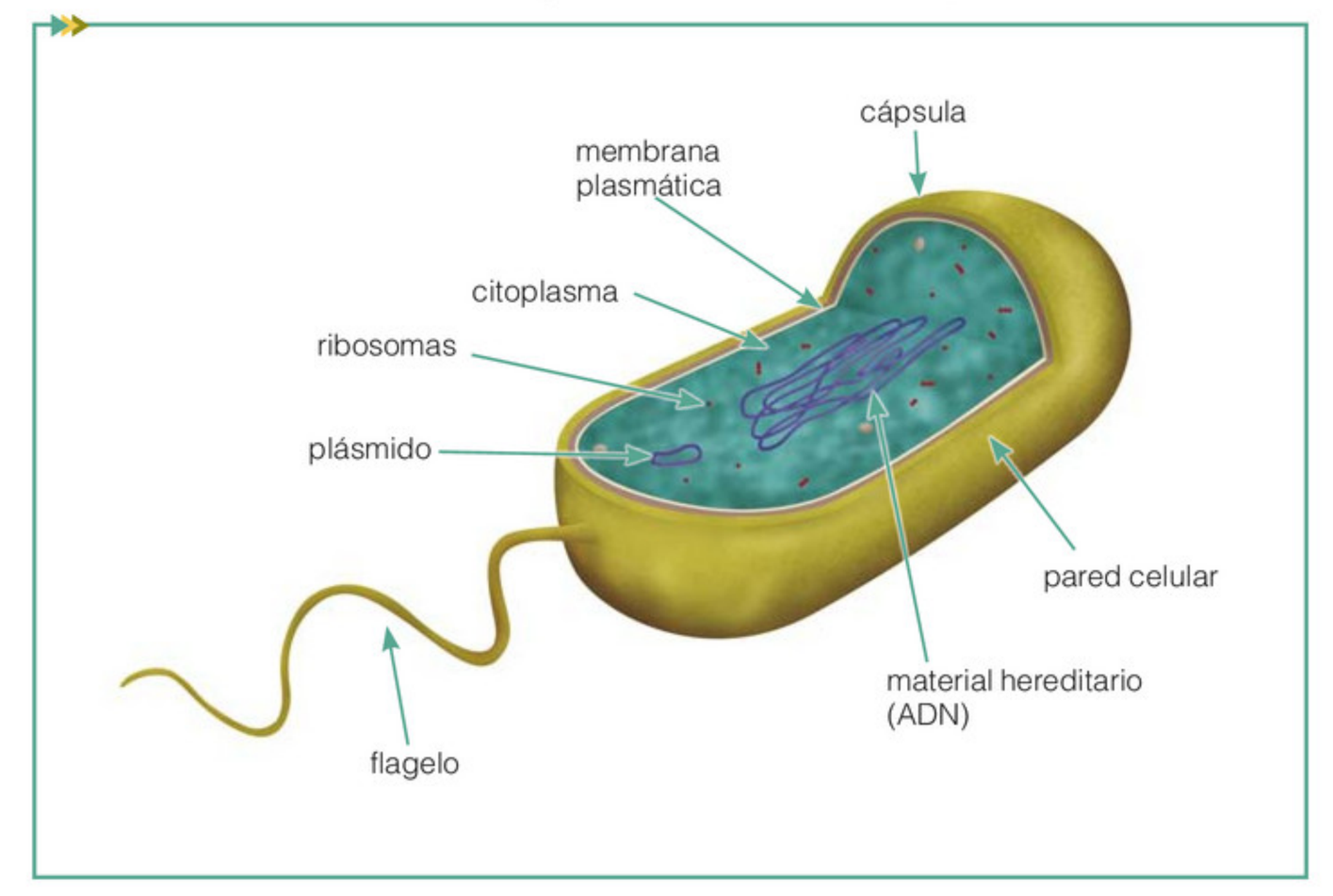
© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Las células procariotas

Como mencionamos antes, en la naturaleza existen dos tipos celulares que se diferencian principalmente por su complejidad: las células procariotas y las células eucariotas. A continuación estudiaremos en qué consisten esas diferencias.

Una de las principales diferencias que distingue a un tipo celular de otro es la ausencia o presencia de **núcleo**, un compartimiento delimitado por una doble membrana en el cual el material hereditario está aislado del resto de los componentes celulares. Las células procariotas son aquellas que carecen de ese núcleo; en cambio, las eucariotas tienen núcleo. Las plantas, los animales, los hongos y unos pocos organismos unicelulares, como los protozoos, están formados por células eucariotas. En cambio, las bacterias son los únicos seres vivos con células procariotas.

Veamos a continuación la organización de una célula procariota bacteriana.



Célula procariota.

Las células procariotas bacterianas tienen algunas características en común con las eucariotas, como la membrana plasmática, el material hereditario y el citoplasma. También tienen en común unas estructuras llamadas **ribosomas**, que permiten fabricar proteínas que utiliza la célula. Sin embargo, tiene algunas diferencias. Por un lado, la estructura de los ribosomas presenta diferencias y la composición química de la membrana no es exactamente la misma. Por otro lado, el ADN se encuentra libre en el citoplasma. Además, la membrana de las células procariotas puede estar rodeada por otras envolturas que tienen función de protección, llamadas **pared celular** y **cápsula**. Los **plásmidos** son un tipo especial de material genético que guardan información de alguna característica en particular y que se pueden transferir o no a otras bacterias, o a bacterias hijas. Finalmente, los **flagelos** son estructuras en forma de látigo que permiten la movilidad.

Curiosidades

Las cianobacterias son los únicos organismos procariotas unicelulares acuáticos capaces de fotosintetizar. Al realizar este proceso, generan un residuo mineral. Cada capa de cianobacterias deja unos milímetros de este residuo pero, con los años, muchas capas juntas forman rocas. Algunas son muy antiguas, ya que habitan la Tierra hace 3.500 millones de años. Las rocas formadas de esta manera se denominan **estromatolitos**.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Las células eucariotas

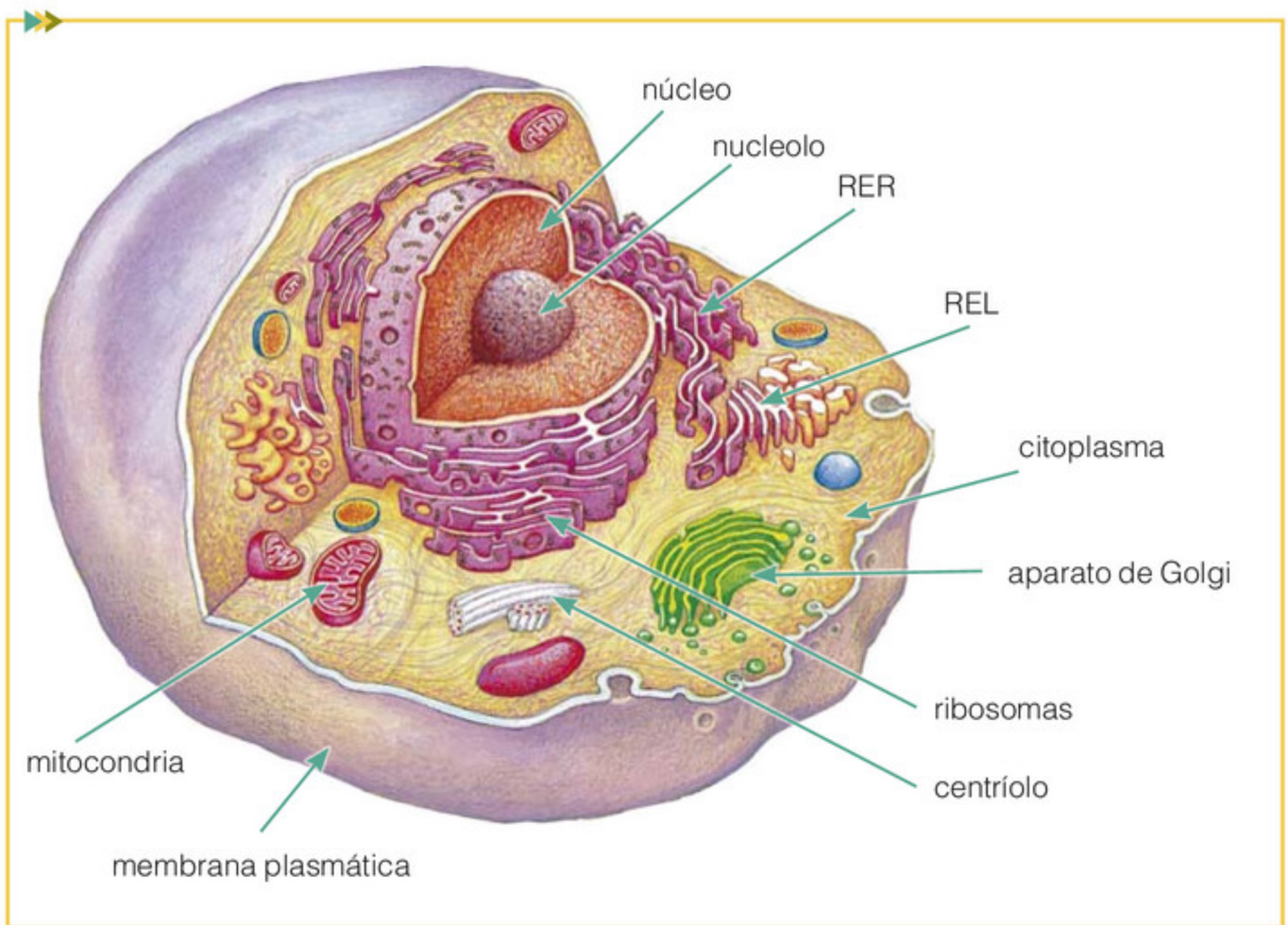
Las células eucariotas son otro tipo de célula que existe en la naturaleza. Además de presentar diferencias con las procariotas en cuanto a la presencia del núcleo, a la composición de la membrana plasmática y a la estructura de los ribosomas, en la mayoría de este tipo de células se encuentran **organelas** que las hacen particulares en su estructura y en su función. Sin embargo, no todas las células eucariotas se parecen entre sí. Las plantas, por ejemplo, tienen células eucariotas muy distintas de las del cuerpo de los seres humanos, y los insectos tienen tipos de células que no se encuentran ni en las plantas ni en el organismo humano. Pero también tienen organelas en común: las mitocondrias, los ribosomas, el retículo endoplasmático liso y el retículo endoplasmático rugoso.

A continuación encontrarán los modelos de dos tipos de célula eucariota: la animal y la vegetal.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

La célula eucariota animal

En las células eucariotas animales hay organelas que son exclusivas de este tipo de células, así como hay organelas que son propias de las células vegetales. Por ejemplo, los **centríolos**, que participan de la reproducción celular, son propios de las células animales.



Representación de una célula animal con las organelas típicas que la componen.

Las **mitocondrias** intervienen en un proceso que aporta energía a las células: la **respiración celular**. Los **ribosomas** que se encuentran en el citoplasma fabrican proteínas que utilizará la misma célula. También hay ribosomas unidos al **retículo endoplasmático rugoso** (RER), que le dan un aspecto granulado. Allí se fabrican proteínas, que la célula exportará al exterior. Por su parte, el **retículo endoplasmático liso** (REL) no posee ribosomas y su función es producir lípidos. Finalmente, el **aparato de Golgi** es un sistema de membranas en cuyo interior se terminan de fabricar o acondicionar sustancias que la célula envía al exterior.

Actividades

1. Realicen un cuadro comparativo sobre la célula procariota y la célula eucariota. Recuerden que comparar es establecer diferencias y similitudes.

2. Escriban la función de las siguientes organelas.

a. Centríolos.
b. Mitocondrias.
c. Ribosomas.
d. RER.
e. REL.
f. Aparato de Golgi.

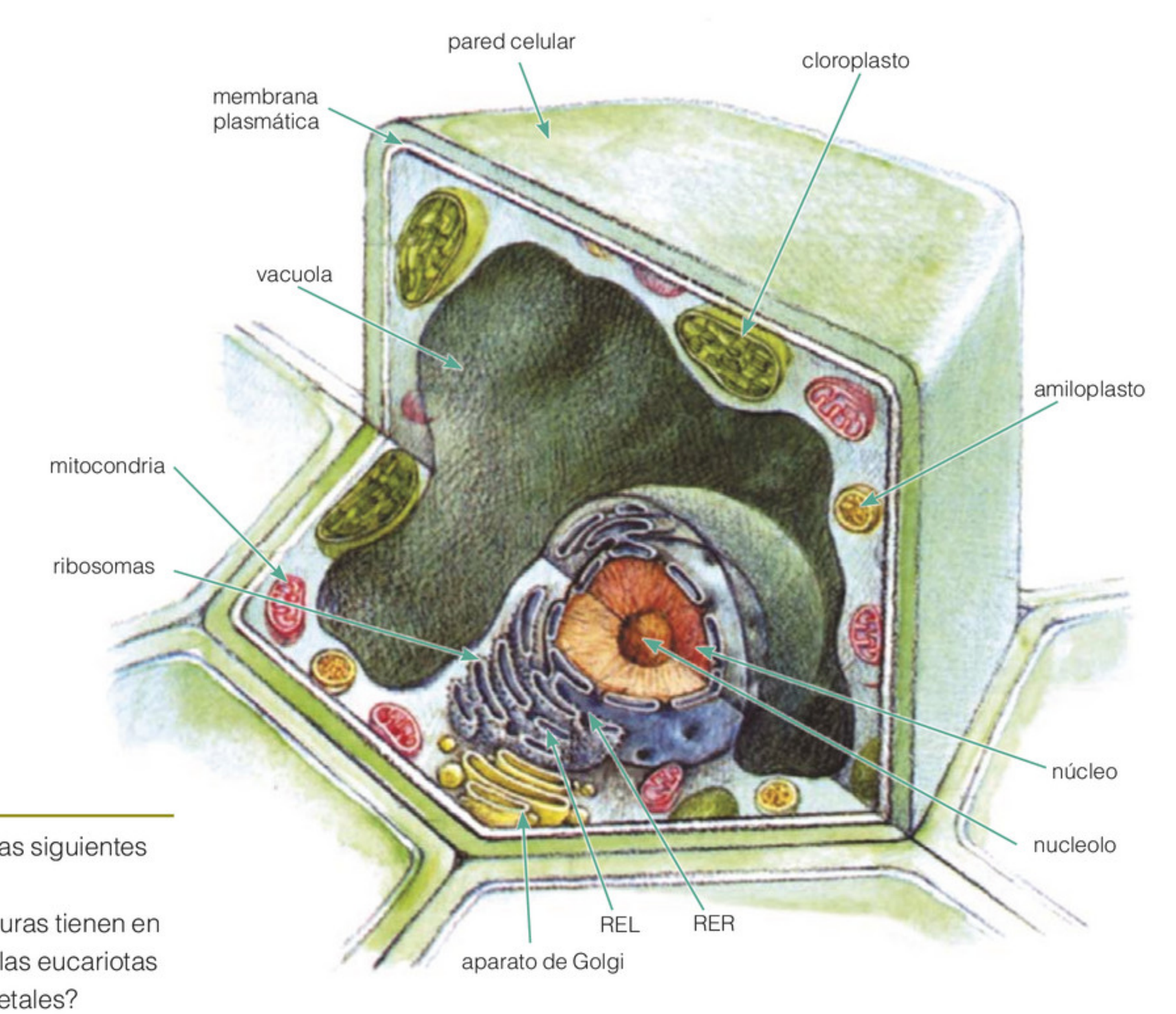
La célula eucariota vegetal

Como mencionamos antes, las células eucariotas animales y vegetales presentan organelas únicas que no se encuentran en otro tipo celular. Esto está relacionado con las funciones específicas que lleva a cabo cada una de ellas.

Al igual que la célula animal, la célula vegetal presenta una membrana plasmática que actúa como barrera entre el medio interno y el externo. Pero, rodeando a dicha membrana celular, la célula vegetal tiene una **pared celular** de celulosa que le otorga protección, rigidez y resistencia. También posee una **vacuola** que ocupa gran parte del citoplasma. Su función es almacenar agua, sales, azúcares y otras sustancias. Los **plástidos** almacenan sustancias de reserva y diferentes pigmentos. Los **amiloplastos**, por ejemplo, guardan como sustancia de reserva el almidón, mientras que los **cromoplastos** almacenan pigmentos que les dan coloración a las flores, los frutos y otras partes de la planta. Los **cloroplastos** son organelas de gran tamaño en las que ocurre el proceso de **fotosíntesis**. Solo se encuentran en las células vegetales y en algunos organismos del reino Protista, como las algas unicelulares.

Curiosidades

Cada célula tiene entre 10 y 100 cloroplastos. Cada cloroplasto contiene un estroma donde se asientan unos sacos llamados tilacoides, que absorben los fotones de la luz solar.



Representación de una célula vegetal con las organelas típicas que la componen.

Actividades

1. Respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Qué estructuras tienen en común las células eucariotas animales y vegetales?

b. ¿Reconocen organelas propias de cada tipo celular? ¿Cuáles?

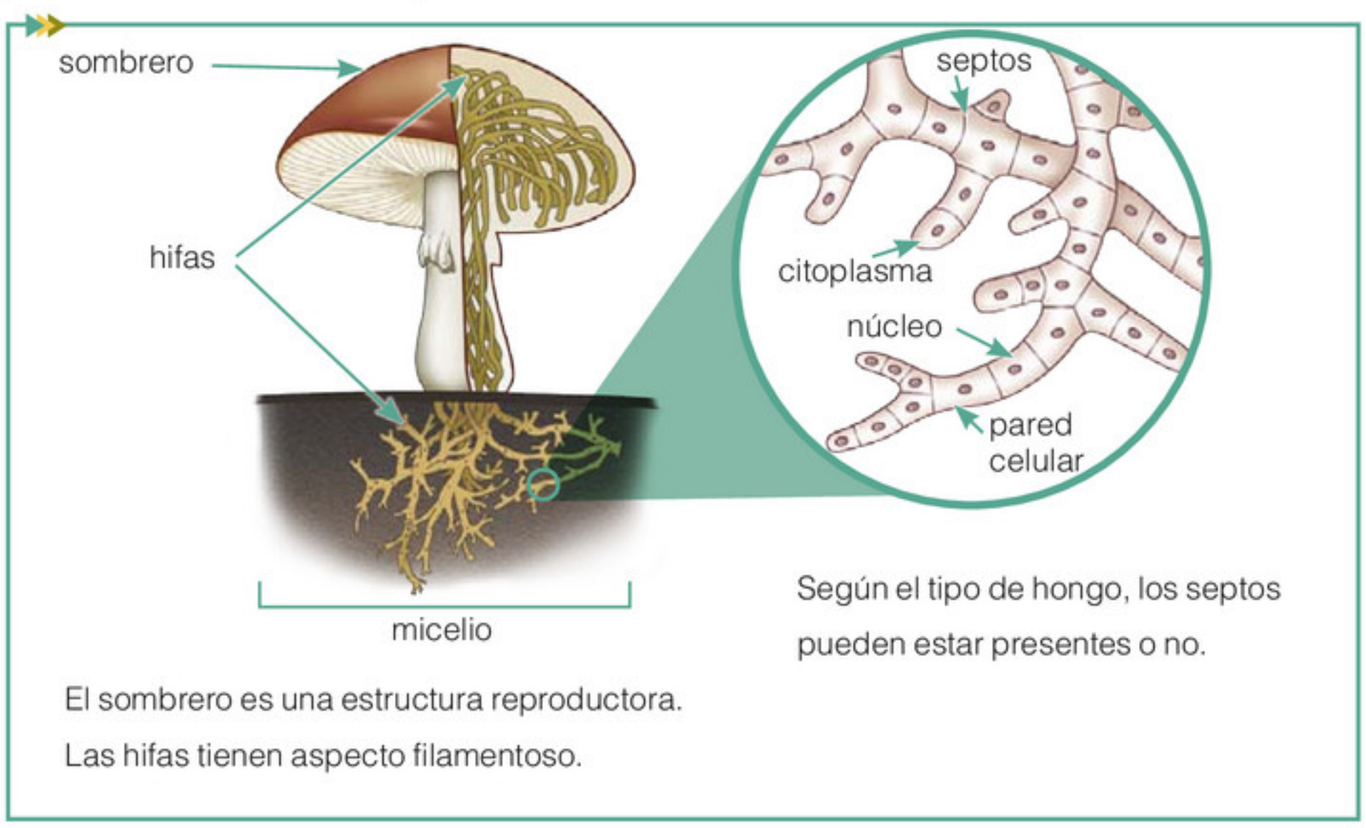
© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

La célula eucariota de los hongos

En la naturaleza existen distintas clases de hongos. Algunos están formados por miles de células, es decir que son pluricelulares, como los que encontramos en los troncos de los árboles o en el suelo. Otros, en cambio, son unicelulares, como las levaduras que usamos para preparar pan o pizza.

Las células que forman a los hongos son eucariotas. Veamos cómo es su organización.

En los **hongos pluricelulares**, como los hongos de sombrero, se diferencian distintas partes. Una de ellas es el **micelio**, que es una estructura que permite la fijación del hongo al suelo y la absorción de nutrientes. El micelio está formado por estructuras en forma de hilos o filamentos, llamados **hifas**. Si se observan las hifas al microscopio, según el tipo de hongo, se pude observar que están formadas por células divididas por tabiques llamados septos, o bien que esos tabiques no están presentes. Las células de los hongos tienen pared celular y pueden estar formadas por más de un núcleo.

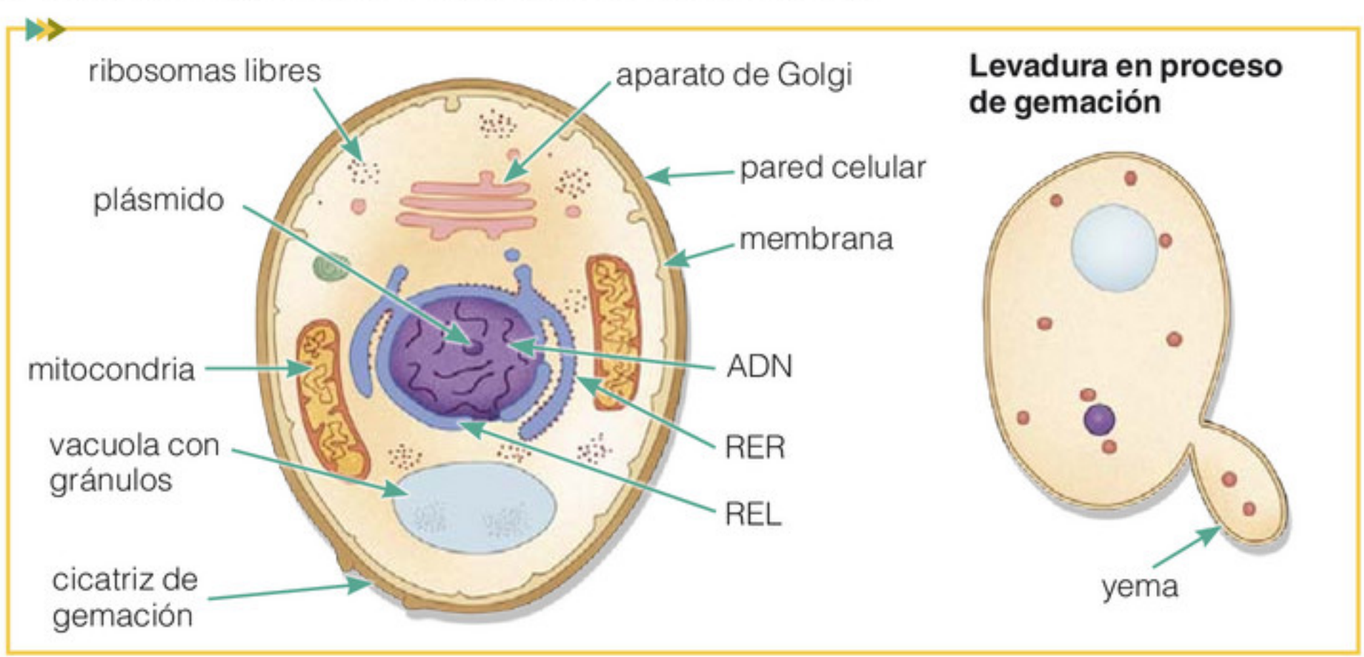


Según el tipo de hongo, los septos pueden estar presentes o no.

El sombrero es una estructura reproductora.

Las hifas tienen aspecto filamentoso.

Las levaduras son **hongos unicelulares** cuya única célula es eucariota y, al igual que las células vegetales, presentan pared celular. Las levaduras se reproducen por gemación, un proceso por el cual una parte de la levadura comienza a diferenciarse, madura, y luego se escinde para formar una célula hija.



Así se trabaja en ciencias

A partir de la actividad científica se pueden proponer modelos que pretenden representar parte de la realidad. Un ejemplo de un modelo son las imágenes de los tipos celulares: las células presentan una gran variedad y diversidad, pero las imágenes muestran parte de ellas o sus características más salientes.

Actividades

1. Averigüen en qué se diferencian, desde el punto de vista químico, la pared celular de las células vegetales de la de las células de los hongos.
2. Establezcan semejanzas y diferencias entre la célula de la levadura y la célula animal, entre la célula de la levadura y la célula vegetal y, finalmente, entre la célula de la levadura y la célula bacteriana.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Las células animales y vegetales en el microscopio

En la actualidad existen microscopios sencillos con los que se pueden observar células. El manejo del microscopio es importante en tanto nos permite reflexionar acerca de semejanzas y diferencias entre distintos tipos de células, y observar detalles que no podríamos ver a simple vista. Además tiene otros usos, como en Medicina, para diagnóstico de enfermedades.

Actividades experimentales

¿Cómo se usa el microscopio óptico?

La siguiente experiencia tiene como objetivo aprender el correcto uso del microscopio óptico.

Necesitan:

- un microscopio óptico
- tres portaobjetos y cubreobjetos
- una pinza de metal
- un hisopo
- una planta de Elodea
- un recorte de diario con la letra "e" pequeña

Paso 1. Ubiquen el microscopio en un lugar firme y cerca de una ventana o una lámpara artificial para tener buena luz disponible.

Paso 2. Bajen el tubo moviendo el tornillo macrométrico para producir su desplazamiento rápido.

Paso 3. Miren por el ocular y muevan el espejo de manera que refleje bien la luz.

Paso 4. Si el espejo está bien ubicado, observarán un círculo blanco y brillante: el campo óptico.

Paso 5. Coloquen el pedacito de papel con la letra "e" sobre un portaobjetos y cúbranlo con un cubreobjetos.

Paso 6. Ubiquen el portaobjetos en la platina y asegúrense de sujetarlo.

Paso 7. Enfoquen con el menor aumento y observen. Luego, usen un aumento mayor y registren las diferencias que notan.

Paso 8. Pasen el hisopo por la cara interna de las mejillas y esparzan la muestra sobre el portaobjetos. Luego, cubran con el cubreobjetos.

Paso 9. Retiren una delgada capa de la Elodea con la pinza, colóquenla sobre otro portaobjetos y cubran con el cubreobjetos.

Paso 10. Observen ambas muestras con aumentos cada vez mayores.

Paso 11. Sobre una hoja blanca, dibujen lo observado con cada aumento para cada una de las muestras.

a. ¿Qué diferencias encuentran?

b. ¿Qué partes de las células pudieron reconocer? ¿Cuáles no? ¿A qué creen que se deba esto?

Microscopio óptico.

Mover el espejo hasta que el campo quede iluminado en forma pareja.

Mover el tornillo macrométrico para acomodar el tubo a la distancia necesaria para enfocar.

Siempre enfocar con el menor aumento. Una vez que se pudo observar una imagen, pasar a un aumento mayor.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

La teoría endosimbiótica

Entre el surgimiento de los primeras células y las características de las actuales transcurrieron millones de años de evolución. A lo largo de ese tiempo, las células fueron cambiando y se fueron diversificando. En ese proceso, algunas se complejizaron hasta desarrollar las organelas que estudiaron en este capítulo.

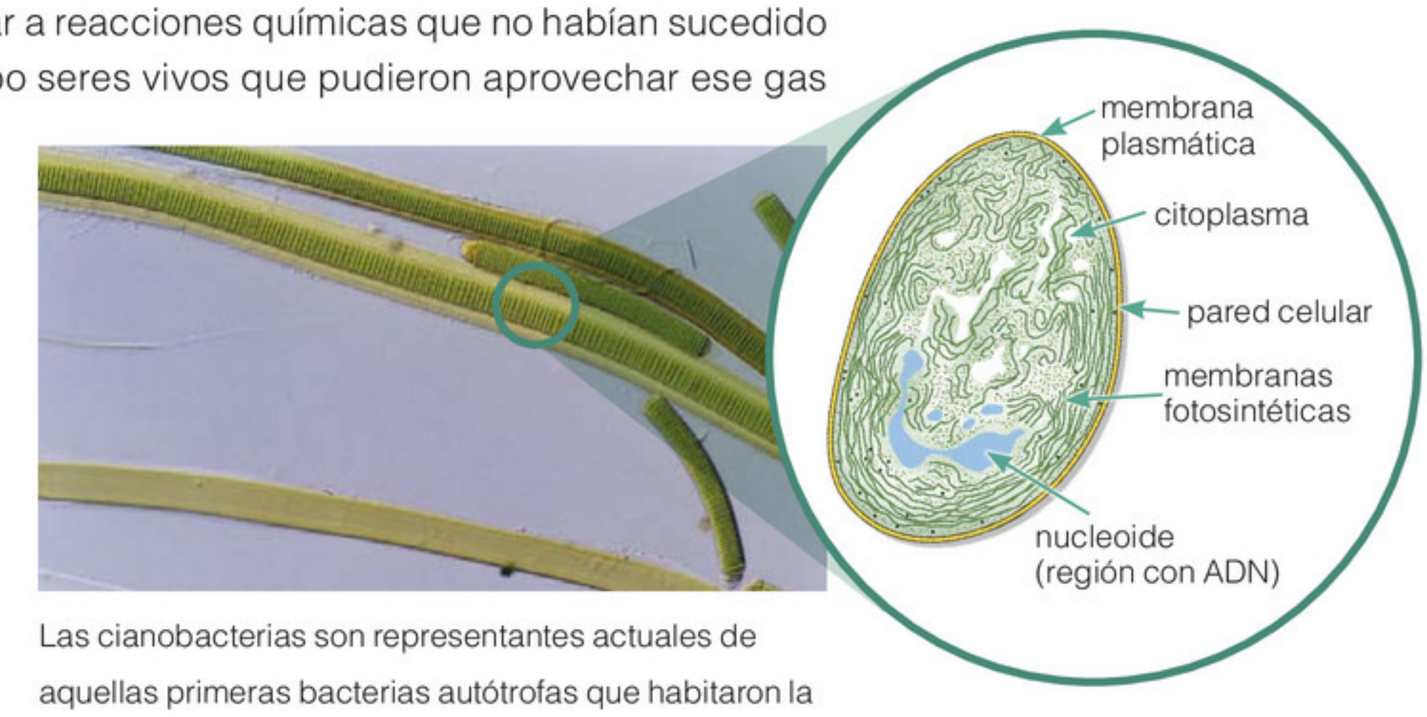
La **teoría endosimbiótica** explica cuál fue el origen de dos organelas en particular: las mitocondrias y los cloroplastos. Veamos algunas cuestiones centrales que permiten comprender lo que postula esta teoría.

La nutrición de los primeros seres vivos

Los primeros seres vivos que habitaron la Tierra utilizaban de alimento la materia orgánica que estaba a disposición en el entorno. Esa materia era empleada como materia prima para la construcción o el mantenimiento del propio ser vivo y también como fuente de energía, a través de un proceso denominado **respiración celular** (que estudiaremos en el próximo capítulo). Este tipo de nutrición se denomina **heterótrofa**.

En un período de la historia, la cantidad de estos seres vivos heterótrofos comenzó a aumentar, con la desventaja de que comenzaron a competir más fuertemente por el alimento. De forma azarosa, algunos organismos comenzaron a elaborar la materia orgánica a partir de compuestos simples que había en el medio. En este proceso se aprovechaba la luz solar. Así, estos seres vivos no utilizaban como alimento la materia orgánica del medio, sino que usaban aquella que fabricaban ellos mismos. Este tipo de nutrición se denomina **autótrofa**. Un grupo particular dentro de estos seres vivos autótrofos comenzó a aprovechar la luz del sol, el agua y el dióxido de carbono en este proceso de fabricación de materia orgánica. Este mecanismo, que desarrollaremos más adelante, se denomina **fotosíntesis**.

Uno de los productos que se generan a través de la fotosíntesis es el oxígeno. Entonces, a partir de ese momento, este gas comenzó a estar presente en la atmósfera, lo que dio lugar a reacciones químicas que no habían sucedido con anterioridad. También hubo seres vivos que pudieron aprovechar ese gas como un reactivo importante en las reacciones químicas que ocurrían en su interior, en particular en la respiración celular. A aquellos seres vivos que incorporan el oxígeno en particular durante el proceso de respiración celular se los denomina **oxibióticos**.



Las cianobacterias son representantes actuales de aquellas primeras bacterias autótrofas que habitaron la Tierra. La clorofila les permite captar la luz del Sol y les da el color verde.

Actividades

1. Expliquen, con sus palabras, cómo era la nutrición de los primeros seres vivos y cómo fue evolucionando hasta llegar a los organismos oxibióticos.

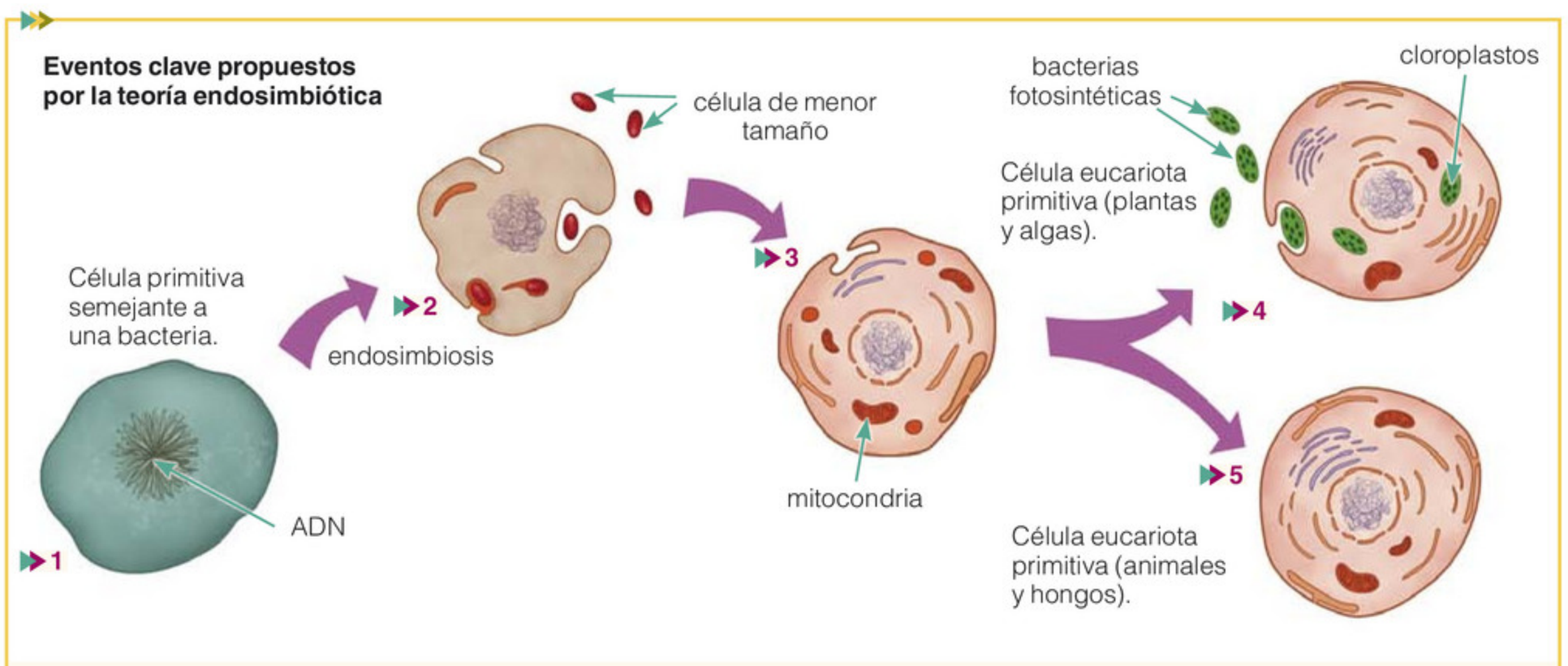
© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Hacia el surgimiento de los cloroplastos y las mitocondrias

El subrayado

La técnica del subrayado ayuda a estar atento y activo durante la lectura para seleccionar las palabras y frases claves.

En la historia de la Tierra primitiva, comenzaron a convivir seres vivos que tenían distintas estrategias de obtención del alimento y del aprovechamiento de la energía de estos. Aquellos que incorporaban alimento del medio, los heterótrofos; aquellos que fabricaban su alimento, los autótrofos y, entre ellos, los fotosintéticos; aquellos que aprovechaban la energía de los alimentos pero a través del proceso de respiración celular con oxígeno, los oxibióticos y, finalmente, aquellos que llevaban a cabo este proceso pero en ausencia de oxígeno, los **anoxibióticos**. En los organismos oxibióticos, el proceso de obtención de energía del alimento es más eficiente que en los organismos anoxibióticos; así, los primeros presentaban esta ventaja sobre los segundos. A partir de ese momento, el oxígeno comenzó a ser crucial, tanto en el proceso de elaboración de la materia orgánica o alimento, como para procesos de obtención de energía en los organismos oxibióticos. En este escenario de seres vivos primitivos tan diversos es que se puede explicar el origen de las mitocondrias y de los cloroplastos de las células actuales.



1 Una célula primitiva semejante a una bacteria, pero de mayor tamaño y sin pared celular, se alimenta de otras células o sustancias orgánicas (heterótrofa y anoxibiótica).
2 La flexibilidad de la membrana es tal que permite que la célula cambie de forma y englobe a otra célula de menor tamaño. Además, esta propiedad le permite producir compartimientos internos en el citoplasma.
3 La célula original incorpora una célula de menor tamaño y oxibiótica, pero no la digiere. En cambio, esta queda incluida en el citoplasma de la célula de mayor tamaño.
4 La célula de menor tamaño obtiene protección y, a la vez, su forma de obtener la energía de los nutrientes es muy eficiente, lo cual representa una ventaja también para la célula de mayor tamaño. Con el tiempo, la célula de menor tamaño se transformó en las mitocondrias. Se cree que este fue el origen de las células de los animales y los hongos.
5 En algún momento de la historia evolutiva, el complejo formado por las células de diferente tamaño incorporaron también bacterias capaces de realizar fotosíntesis. En este caso, estas se transformaron en cloroplastos. Se cree que este fue el origen de las células vegetales y de las algas.

Actividades

1. Una de las evidencias que dan sustento a la teoría endosimbiótica es que los cloroplastos y las mitocondrias tienen ADN en su interior. ¿Cómo pueden explicar esto?
2. Expliquen cuál es la importancia de la aparición del gas oxígeno en el marco de la teoría endosimbiótica.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

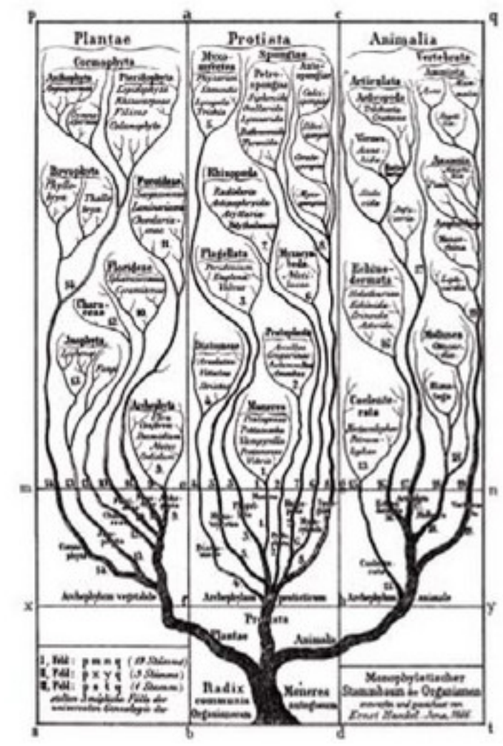
Un ancestro común para todos los seres vivos

Al considerar la teoría endosimbiótica podemos pensar que a partir de aquellos primeros seres vivos se originó la diversidad de seres vivos del pasado y del presente. Pero si nos movemos en el tiempo hacia el pasado, y cada vez más atrás, podemos pensar que en algún momento surgió el primer ser vivo (o conjunto de seres vivos) que constituyen un ancestro común para todos los seres vivos. Existen varias evidencias que confirman esta hipótesis. Veamos algunas de ellas.

En la actualidad, se conocen aproximadamente 1 millón 800 mil especies, y cada año se descubren más y más. A esta gran variedad de seres vivos se la denomina **biodiversidad**. A pesar de esta biodiversidad, todos los seres vivos tienen características en común.

- Llevan a cabo distintas funciones: la de nutrición, que incluye la incorporación de materiales e intercambio de energía con el medio, el aprovechamiento de esos materiales y la eliminación de desechos; la función de reproducción, que implica dejar descendencia; la de homeostasis, mediante la cual el medio interno se mantiene constante y la función de irritabilidad, que consiste en la capacidad de reaccionar frente a estímulos.
- Todos los seres vivos están formados por células.
- Todas las células tienen material genético, el ADN, que determina sus características.
- Los componentes de las células son semejantes: proteínas, lípidos, hidratos de carbono.

A lo largo de la historia de la ciencia, estas relaciones de parentesco entre los seres vivos se han representado con gráficos. El naturalista alemán Ernst Haeckel (1834-1919) propuso un gráfico llamado "árbol de la vida", donde el parentesco entre los seres vivos se basa en aspectos morfológicos. Este criterio, tiempo después, no pareció suficiente para establecer relaciones, y comenzaron a usarse otros. En la actualidad, las relaciones de parentesco entre los individuos se establecen por criterios genéticos, es decir, por las semejanzas y/o las diferencias en el ADN entre distintas especies.

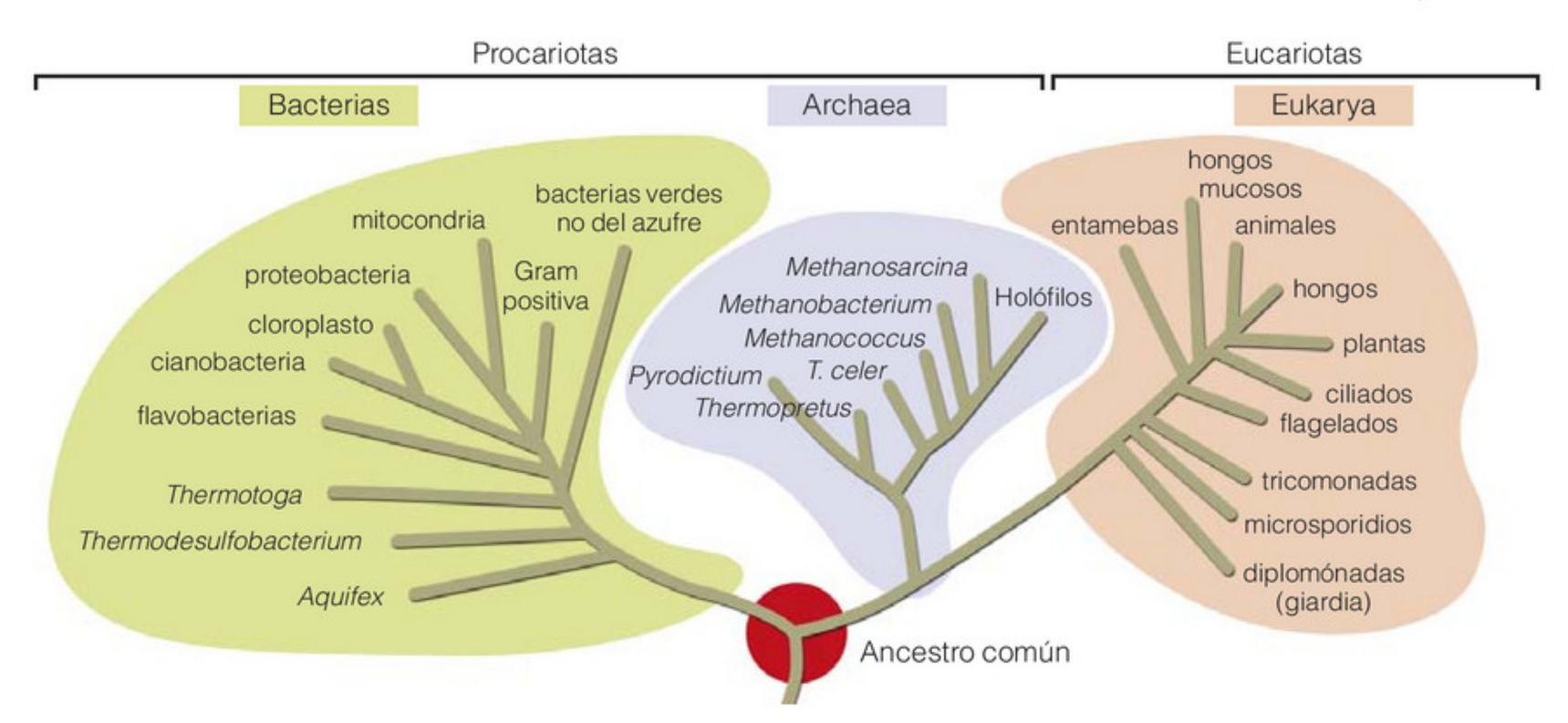


En el árbol de la vida de Haeckel se propone que los tres grupos de organismos conocidos y estudiados hasta ese momento provienen de un ancestro común.

Actividades

1. ¿Qué le dirían a una persona que piensa que los árboles filogenéticos del pasado ya no sirven? ¿Por qué?
2. ¿Por qué los árboles filogenéticos van cambiando a lo largo del tiempo?

Actualmente, el parentesco entre organismos se representa por árboles filogenéticos. Cuanto más cercanas entre sí están dos ramas, más emparentados están los grupos.



© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Una observación que explica la teoría del ancestro común

La teoría del ancestro común permite explicar algunas de las observaciones que han hecho los naturalistas a lo largo de cientos de años sobre el estudio de la naturaleza. Una de ellas es la observación de los fósiles.

Los **fósiles** son restos de seres vivos (o de las consecuencias de su actividad) que vivieron en el pasado y que se conservan en la actualidad. Así, un árbol petrificado o la marca de una pisada son fósiles. Georges Cuvier (1769-1832) fue un naturalista francés que estudió los fósiles y que, a través de ellos, quería interpretar el pasado de la vida sobre la Tierra. Cuvier encontró fósiles en distintas capas estratigráficas* del suelo, pero concluyó que no tenían relación entre sí. También propuso que los fósiles no se relacionaban con los seres vivos actuales. Sin embargo, se hallaron evidencias de que efectivamente sí había relación entre los fósiles de las distintas capas, y que estos revelaban cómo se iban sucediendo los organismos en el tiempo.

Glosario

capas estratigráficas: capas de rocas que se depositaron a lo largo de millones de años y que brindan información acerca de las condiciones atmosféricas y de los seres vivos que habitaron la Tierra en distintas etapas de su historia.

En las capas estratigráficas, los fósiles más antiguos aparecen en las capas inferiores, mientras que los más modernos, en las superiores. Por ejemplo, en las capas más profundas hay fósiles de trilobites, y en las capas más superficiales hay fósiles de dinosaurios.

Casi siempre, los organismos más antiguos se ubican en las capas del suelo más profundas, que son las más antiguas, mientras que los más actuales se encuentran en las capas más superficiales. El orden de estos restos de seres vivos en las capas supone, por un lado, un cambio en los grupos de seres vivos y, por otro, la posible conexión entre ellos a través de relaciones de parentesco, en las cuales los fósiles de las capas superiores corresponden a restos de seres vivos que son descendientes de alguno o algunos de los de las capas más profundas.

De acuerdo con la teoría del ancestro común, los seres vivos provienen de un mismo antepasado. Y de ser así, entonces en el registro fósil se deberían encontrar evidencias de un proceso de transición desde los seres vivos más antiguos hacia los más modernos. Por ejemplo, los restos fósiles de cetáceos, como las ballenas, orcas y delfines, permitieron realizar suposiciones acerca de cómo podrían haber sido formas de vida intermedias e interpretar cómo pudo haber sido la transformación a lo largo del tiempo a partir de un ancestro común entre estos grupos de seres vivos y otros.

Actividades

1. Busquen información sobre lugares de la Argentina donde se han encontrado restos fósiles y sobre la importancia del hallazgo.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Las células se organizan

El principio más amplio empleado en el estudio de los seres vivos es lo que los biólogos llaman niveles de organización. Este principio se basa en el concepto de que la vida puede ser mejor entendida disponiendo a los seres vivos, los grupos de seres vivos y las partes de los seres vivos en un orden jerárquico e inclusivo. Los organismos son formas individuales de vida, de la mayoría de las cuales tenemos conocimiento directo. Un perro, un árbol, un pez, un hongo y una levadura son ejemplos de organismos. Los organismos pueden variar de manera considerable en cuanto al tamaño y a la forma. A pesar de las diferencias que pueden existir entre los organismos, todos tienen en común que poseen una estructura interna que no es uniforme y que cada organismo convive con otros de su misma especie. A partir de estos dos aspectos, los especialistas plantean dos niveles de análisis. Un nivel considerando los grupos de organismos, estableciendo niveles superiores de organización; y otro nivel considerando las partes de un organismo, es decir, niveles inferiores de organización.

Ejemplo de los niveles de organización en las plantas.

Niveles inferiores de organización

Algunos animales contienen sistemas de órganos que posibilitan el cumplimiento de las funciones vitales, como el sistema circulatorio. No todos los organismos presentan sistemas de órganos. Las plantas y muchos animales no parecen presentar sistemas, pero sí contienen estructuras distintas, llamadas órganos, los cuales están constituidos por tejidos. El corazón es un órgano como lo son una hoja, un pulmón o una raíz. Un tejido es un grupo de células semejantes que cumplen la misma función. El tejido muscular, por ejemplo, está constituido por células capaces de contraerse y producir la fuerza del músculo. Algunos seres vivos están compuestos solamente por tejidos, como las aguas vivas. Los tejidos están constituidos por unidades individuales llamadas células. Estas son las unidades fundamentales de los organismos y difieren considerablemente unas de otras. Los distintos tipos de células varían también en sus funciones, aunque todas ellas tienen en común ciertas características. La invención del microscopio permitió la observación de células, y su perfeccionamiento reveló que estas tienen partes que se conocen con el nombre de organelas. Las organelas de mayores dimensiones se pueden visualizar con el microscopio; aunque fue la invención del microscopio electrónico lo que permitió a los biólogos conocer mejor cómo estaban constituidas las partes de las células. Las organelas están constituidas por grandes moléculas, como proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. Estas macromoléculas representan largas cadenas de moléculas unidas entre sí. Las moléculas están compuestas por átomos unidos entre sí. Un átomo es la más pequeña porción de un elemento, y están compuestos por partículas fundamentales, como los protones, neutrones y electrones. Este es el límite actual de nuestro conocimiento acerca de la organización en el más bajo nivel. Es importante considerar que tanto en el nivel más bajo (partículas), como en el más alto, existe la incertidumbre acerca de la posibilidad de otro nivel todavía no descubierto.

Fuente: *Nuevo manual de la Unesco para la enseñanza de las ciencias*, Buenos Aires, Sudamericana. 1997 (Adaptación).

Actividades

1. Lean el artículo y resuelvan las siguientes consignas.

a. Representen en un cuadro la relación entre cada uno de los niveles de organización mencionados en el texto.

b. ¿Qué otros niveles de organización existen pero no se mencionan en el texto?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

El origen de la pluricelularidad

En las páginas anteriores estudiaron que los primeros seres vivos que habitaron la Tierra eran unicelulares y que, además, hay evidencias que sostienen la teoría del ancestro común, según la cual todos los seres vivos, unicelulares y pluricelulares, presentes y del pasado, tienen un origen en común. Ahora veremos una serie de teorías que explicarían de qué manera, a partir de los organismos unicelulares, comenzaron a surgir los **seres vivos pluricelulares**.

Los primeros seres vivos unicelulares procariotas surgieron en la Tierra hace unos 3.500 millones de años, mientras que los seres vivos unicelulares eucariotas, hace unos 2.500 millones de años. ¿Cómo se explica que en la actualidad existan seres vivos formados por millones de células? ¿Cómo surgieron los primeros organismos pluricelulares?

La teoría colonial

Glosario

colonia: conjunto de seres vivos unicelulares que se agrupan con mayor o menor interdependencia, y realizan tareas de manera cooperativa.

simbiosis: relación entre individuos de diferentes especies, en las que ambos organismos se benefician.

En algún momento de la historia de la Tierra, algunos organismos unicelulares de la misma especie comenzaron a vivir de manera agrupada, formando colonias*. En las **colonias**, los organismos unicelulares tienen un mayor o menor nivel de organización, logrando de esta manera una distribución de las tareas que llevan a cabo los organismos integrantes de la colonia. Así, al compartir una determinada función con otros individuos, cada uno se beneficia; por ejemplo, se puede obtener más cantidad de alimento o lograr una mayor protección. En algunas colonias hay organismos con función de reproducción, otros con función de defensa y otros capturan los alimentos. Una verdadera colonia se forma cuando los organismos unicelulares que la constituyen, al dividirse, no se separan de la colonia, es decir, no se independizan.

Un ejemplo de colonia actual de este tipo es el alga *Volvox*. Este conjunto de individuos está formado por algas unicelulares eucariotas, entre las que están repartidas distintas tareas. Algunos de los individuos producen el alimento de la colonia, mientras que otros tienen función reproductora. Entre los individuos de la colonia *Volvox* que llevan a cabo distintas funciones se evidencia una diferenciación.

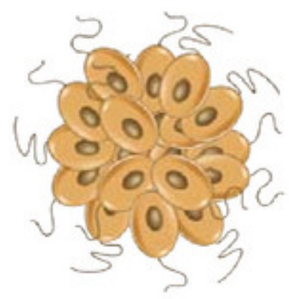
La presencia de estas colonias en la actualidad podría ser una evidencia de que, en algún momento de la historia de los seres vivos, habrían surgido colonias semejantes de individuos unicelulares heterótrofos o autótrofos entre los que se estableció, con el correr del tiempo, una relación de simbiosis*. De esta manera habrían dado origen a plantas y animales pluricelulares.

Volvox puede llegar a tener hasta 600 mil individuos, que se disponen formando una esfera.

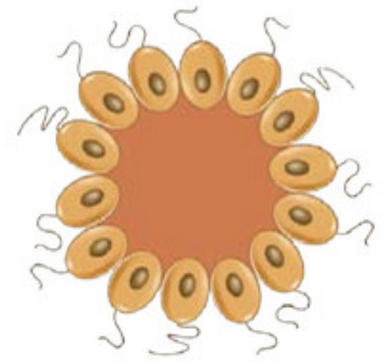
© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

En el siguiente esquema se muestran una serie de eventos clave que constituyen la hipótesis central de la teoría colonial y que explicarían el surgimiento de los seres vivos pluricelulares a partir de una colonia de seres vivos unicelulares flagelados.

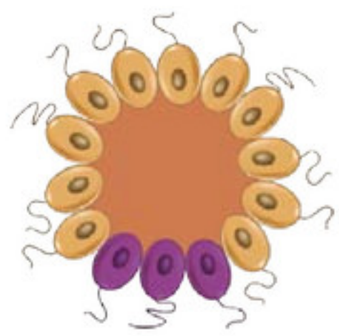
1 Un ser vivo unicelular eucariota que presenta flagelo tiene vida libre.



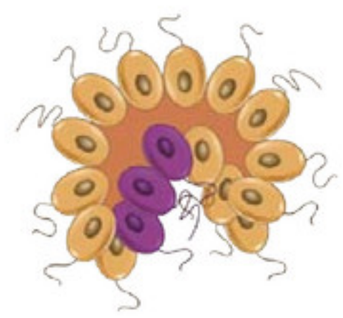
2 Varios seres vivos unicelulares eucariotas flagelados se agrupan formando un agregado.



3 Los seres vivos migran y forman una esfera, con el flagelo ubicado hacia el medio.



4 Algunas células comienzan a especializarse en una función, como la reproductora (representadas por las coloreadas en violeta).

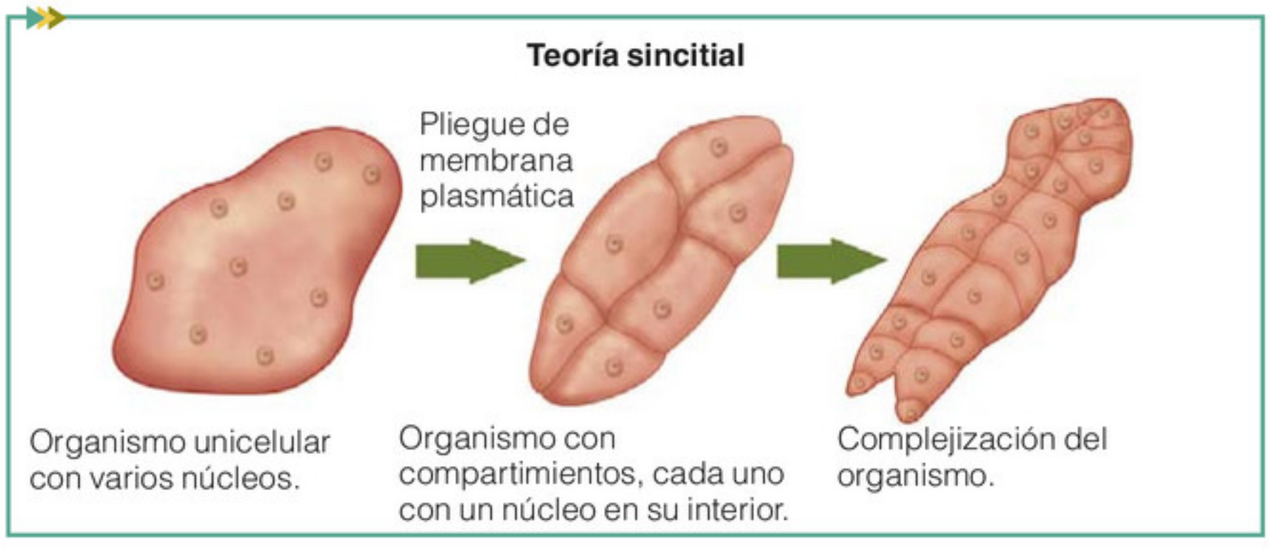


5 Algunas células comienzan a migrar hacia el interior de la esfera, formando pliegues y estableciendo nuevas conexiones entre sí, y comienzan a formar tejidos.

Principales eventos de la hipótesis colonial.

La teoría sincitial

Si bien la teoría colonial es la más aceptada en la actualidad con relación al origen de los organismos pluricelulares, existen otras, como la teoría sincitial. Esta postula que en el pasado podría haber existido un organismo unicelular con múltiples núcleos en su interior, y que a partir del pliegue de su membrana plasmática, se podrían haber generado distintos compartimientos en cuyo interior habrían quedado cada uno de los núcleos, por lo que este habría sido el primer organismo pluricelular. Una posible evidencia de esta teoría es la presencia de organismos actuales cuyas células (o algunas de ellas) presentan múltiples núcleos.



Actividades

1. ¿Cuáles son las ventajas que un ser vivo independiente podría obtener de la vida en una colonia? ¿Y las desventajas?

2. ¿Qué semejanzas y diferencias encuentran entre las dos teorías del origen de los seres vivos pluricelulares?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Ventajas de la pluricelularidad

Las medusas, las lombrices y los insectos son ejemplos de seres vivos pluricelulares que surgieron hace millones de años y que se han conservado hasta la actualidad.

Las teorías de las páginas anteriores nos permiten pensar acerca del origen de los primeros seres vivos pluricelulares. Ahora analizaremos más en detalle los eventos que sucedieron entre el surgimiento de las colonias hasta su establecimiento como seres vivos pluricelulares, así como las ventajas de la pluricelularidad.

A medida que los organismos unicelulares fueron constituyendo las colonias, comenzaron a especializarse en alguna función en particular. A su vez, esta diferenciación dio origen a estructuras con un número cada vez mayor de células, a la vez que estas estructuras se tornaban cada vez más especializadas en su función y estaban conformadas por un número mayor de células. Así, el organismo completo, formado cada vez por más células, tenía un tamaño cada vez mayor. Esta característica constituía una ventaja, ya que le permitía incorporar una mayor cantidad de alimento. No obstante, una mayor cantidad de células también implicaba una demanda mayor de alimento para sostenerlas. A su vez, las células que se ubicaban más lejos de la superficie tenían un menor contacto con el medio y, por lo tanto, menos posibilidades de incorporar nutrientes, intercambiar gases y eliminar desechos, lo cual podía llevar a la muerte de esas células. Sin embargo, los seres vivos pluricelulares existen. Se cree que el factor determinante que permitió el desarrollo y el establecimiento de los seres vivos pluricelulares fue una división definitiva de tareas entre las células, expresada también en su morfología. Los seres vivos pluricelulares, al poseer muchas células, tuvieron la ventaja de que en ellos se pudo producir un proceso de **diferenciación celular** entre las células que los conforman, lo que permite una división eficiente de tareas. Así, algunas células comenzaron a especializarse en el transporte de nutrientes, gases y desechos, por lo que aquellas células ubicadas lejos de la superficie tuvieron acceso a esos intercambios. En ese sentido, la presencia de células transportadoras ha representado una ventaja evolutiva.

Se cree que los seres vivos pluricelulares han comenzado a ser importantes en número hace aproximadamente 600 millones de años. En aquel momento, comenzaron a diversificarse para dar origen al grupo de los animales, las plantas y el resto de los seres vivos pluricelulares. Algunas de esas especies se han extinguido, mientras que otras aún existen.

Entre los animales pluricelulares, una de las características primordiales que les permitió alimentarse de manera más eficiente fue la presencia de una abertura por la que se incorporaba el alimento y se eliminaban los desechos de la digestión, conectada con una cavidad. En la cavidad se llevaba a cabo la digestión de los alimentos. En algunos animales, además, surgió otro orificio, por el cual se eliminaban los desechos de la digestión. Estas características también fueron una ventaja ya que permitieron realizar de manera más eficiente la digestión, dado que la función de eliminación de los desechos de la digestión no interfería con la incorporación de los alimentos.

Actividades

1. ¿Por qué el proceso de diferenciación celular fue tan importante?
2. ¿Qué ventajas tienen los animales pluricelulares con respecto a la alimentación?

Para conocer más

Hooke, R., *Micrografía. Algunas descripciones fisiológicas de los cuerpos diminutos realizadas mediante cristales de aumento con observaciones y disquisiciones sobre ellas*, Barcelona, Círculo de lectores, 1995.

Plata Rosas, L. J., *Un científico en el museo de arte moderno*, Buenos Aires, Siglo XXI, 2011.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

El arte en las fotografías tomadas con microscopio

En la actualidad, existen microscopios tan potentes que permiten observar detalles de seres vivos que serían imposibles de notar a simple vista. En general, con estos microscopios se pueden tomar fotografías de la muestra que se analiza y, a la vez, es posible editar las imágenes, tal como sucedería con una cámara fotográfica o con un programa de edición de imágenes. Con este tipo de microscopios, un mundo de texturas y formas desconocidas comenzó a salir a la luz. Algunos instrumentos convencionales, como cámaras fotográficas de alta resolución, también detectan detalles invisibles al ojo humano.

Ácaro. Fotografía tomada con microscopio electrónico de barrido.

En algunos casos, las fotografías tomadas con microscopios han sido consideradas verdaderas obras de arte. Tal es así que en la actualidad existen concursos de fotografía con temáticas científicas y tecnológicas. A veces, el énfasis de la fotografía está en captar los detalles desconocidos hasta el momento de un ser vivo o de alguna de sus partes. Otras veces, en cambio, lo que se valora es el uso de estas técnicas fotográficas que brindan los microscopios para captar detalles de situaciones de la vida cotidiana. También, en estos concursos hay fotografías tomadas con cámaras fotográficas convencionales. Para cualquiera de los casos, en este mundo, la ciencia, la tecnología y el arte se cruzan.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Pelos de las patas de las arañas. Fotografía tomada con microscopio electrónico de barrido.

Vista dorsal de un piojo del cuerpo humano. Fotografía tomada con microscopio electrónico de barrido.

Detalle de ojo de moca. Fotografía tomada con microscopio electrónico de barrido.

Actividades

1. Respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Creen que estas fotografías deberían ser consideradas arte? ¿Por qué?

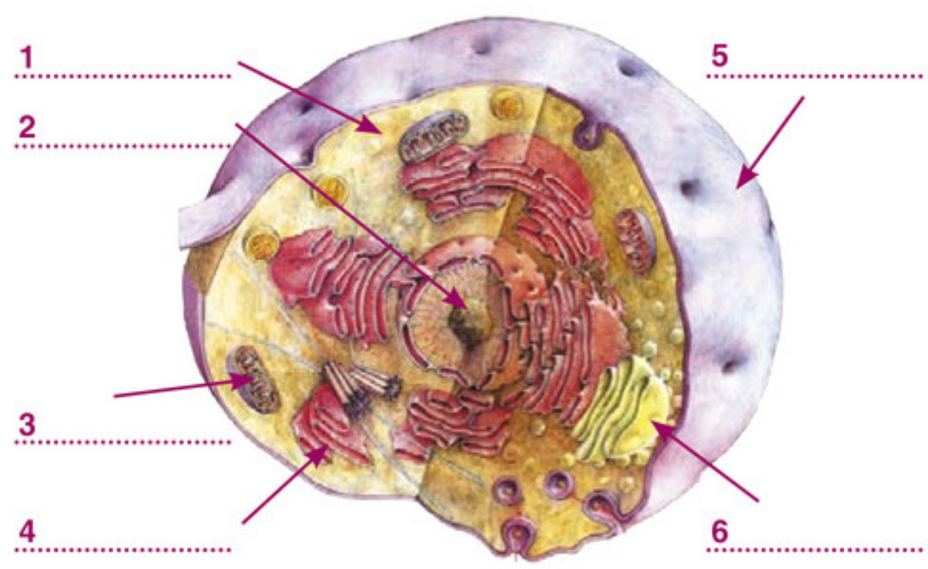
b. ¿Cuál les parece que es el valor científico de conocer cada vez más en detalle las formas y las texturas de un ser vivo o alguna parte de él?

2. Busquen en Internet las producciones de concursos fotográficos con temáticas científicas y escriban en la carpeta qué muestran las fotografías y qué tipo de microscopio se usó.

1. Reflexionen y comenten.
a. ¿Creen que el aula donde estudian todos los días puede ser considerada un sistema abierto? ¿Por qué?
b. Comparen los procesos que ocurren en el aula con los que tienen lugar en las células.

2. Conversen: ¿por qué los vegetales presentan células diferentes de las de nuestro cuerpo? Elaboren una explicación considerando el concepto de ADN.

3. Completen el siguiente esquema.



Modelo de una célula típica.

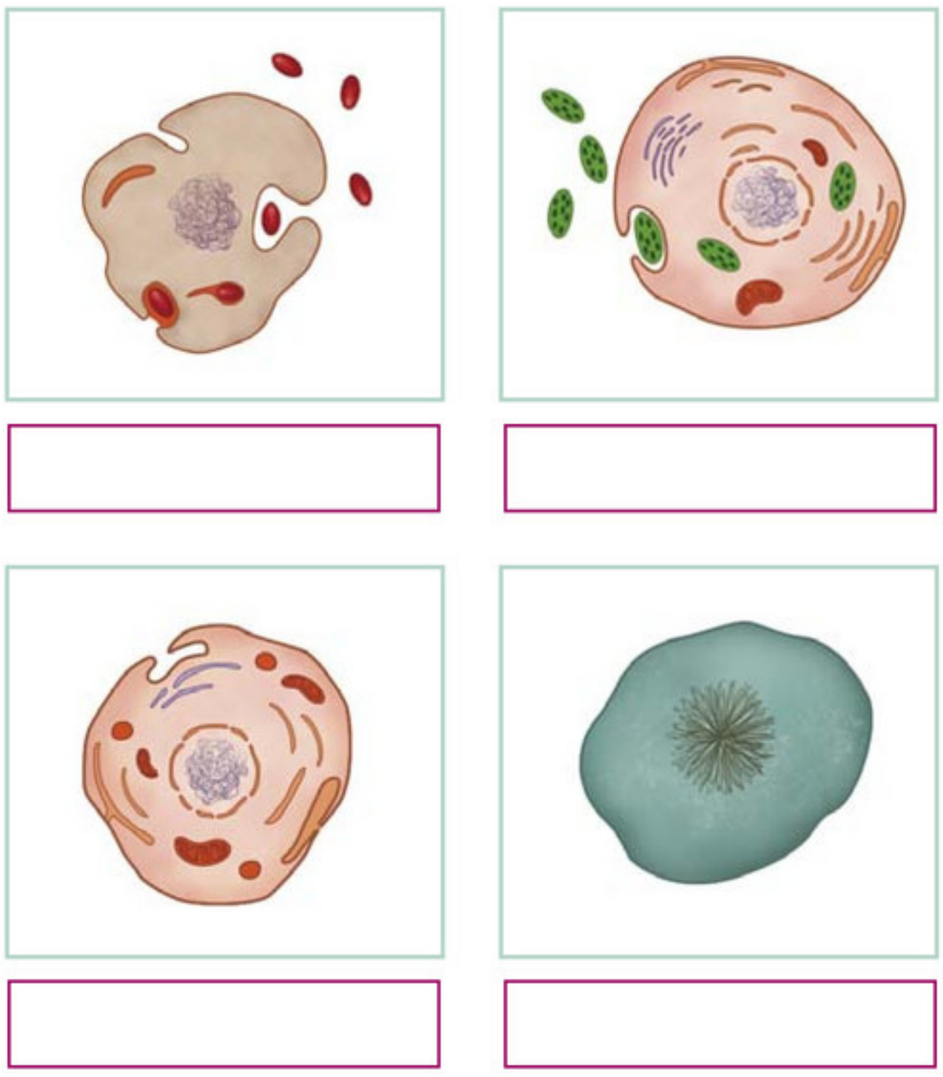
4. Busquen información y luego respondan.
a. ¿Qué células del cuerpo humano son las que habitualmente tienen mayor cantidad de mitocondrias?
b. ¿Qué relación hay entre la actividad de esas células y la abundancia de mitocondrias?

5. Sabiendo que 1 µm = 0,001 mm, calculen:
a. ¿Cuántos micrones entran en un milímetro?
b. Si un organismo unicelular mide 2 µm, ¿cuántos organismos unicelulares habrá en un centímetro?
c. Si un espermatozoide mide alrededor de 50 µm, ¿cuántos espermatozoides entran en un milímetro?

6. Respondan las siguientes preguntas.
a. ¿Qué información se puede obtener del gráfico del árbol de la vida y del árbol filogenético?
b. ¿Cuál es la principal diferencia entre ambos tipos de representaciones?
c. ¿Qué significa en estos gráficos que dos grupos estén más alejados entre sí que otros que están más cerca entre sí?
d. ¿Cuál es el criterio que se utiliza actualmente para establecer las relaciones de parentesco entre los individuos de distintas especies?

7. De acuerdo con el árbol filogenético actual, existen tres grandes dominios: Bacteria, Archaea y Eukarya.
a. Busquen información acerca del origen de estos nombres.
b. Los seres vivos del dominio Archaea y Bacteria son procariotas unicelulares. Sin embargo, presentan varias diferencias que hacen que se los agrupe en dominios diferentes. Averigüen cuáles son esas diferencias y busquen ejemplos de seres vivos de ambos dominios.

8. Observen las siguientes imágenes.



a. ¿A qué teoría aluden?
b. Ordenen la secuencia de eventos de acuerdo con lo que propone esa teoría.
c. Ubiquen en las imágenes los siguientes rótulos:

célula primitiva → ADN → célula de menor tamaño
mitocondrias → célula eucariota primitiva (animales, hongos)
bacterias fotosintéticas → cloroplastos → célula eucariota primitiva.

d. Expliquen, con sus palabras, cada una de las imágenes.
e. ¿Por qué es importante esta teoría?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

La célula: unidad funcional

2

Contenidos

> La membrana plasmática
> Mecanismos de transporte a través de la membrana
> El núcleo como centro regulador de la actividad celular
> Mitosis
> Metabolismo
> Respiración celular
> Fermentación
> Fotosíntesis
> Mecanismos de acción enzimática

Seguramente habrán notado que si pasan muchas horas sin comer, sienten hambre o se sienten cansados, por ejemplo, antes de desayunar. Esto es porque nuestro cuerpo, al realizar actividades, como correr, andar en bicicleta o nadar, consume energía. Pero también la energía se consume cuando dormimos, respiramos, leemos o estamos sentados. La energía que necesita el cuerpo proviene de los alimentos que consumimos. Además, el cuerpo requiere agua para su correcto funcionamiento: la sensación de sed es una señal de que debemos beber agua. Pero ¿cómo aprovechamos la energía de los alimentos? ¿Por qué el agua es tan importante para el funcionamiento del cuerpo? Las células realizan una gran cantidad y variedad de reacciones químicas que dependen del aporte de nutrientes y agua y, además, de la presencia de enzimas. Algunas de estas reacciones son posibles debido a las características de la membrana celular, que permite el transporte de sustancias hacia adentro y fuera de la célula. Las funciones celulares, como la división, están comandadas por el ADN.

EN ESTE CAPÍTULO...

Se estudia la membrana plasmática como una barrera semipermeable, analizada a partir del modelo de mosaico fluido. Se interpretan los mecanismos de transporte a través de la membrana relacionando las condiciones del medio con el transporte de sustancias.
Además, se explica la función del núcleo como centro regulador de la actividad celular, así como los distintos procesos que hace la célula para mantener su actividad, por ejemplo la respiración celular, la fermentación y la fotosíntesis.

Contenido digital adicional

www.tintaf.com.ar/NBIO2C2

La membrana plasmática como barrera semipermeable

En el capítulo anterior han estudiado que todas las células, sin importar de qué tipo se trate, tienen un límite: la membrana plasmática. Si bien existen diferencias en la membrana según el tipo de célula, todas las membranas tienen un funcionamiento similar. Por eso estudiaremos cómo funciona la membrana plasmática, sin hacer distinciones sobre el tipo de célula.

La membrana plasmática es el límite entre el interior de la célula y su medio externo. Interviene en el control de las sustancias que ingresan en la célula y egresan de ella. Esta propiedad se denomina **permeabilidad selectiva**.

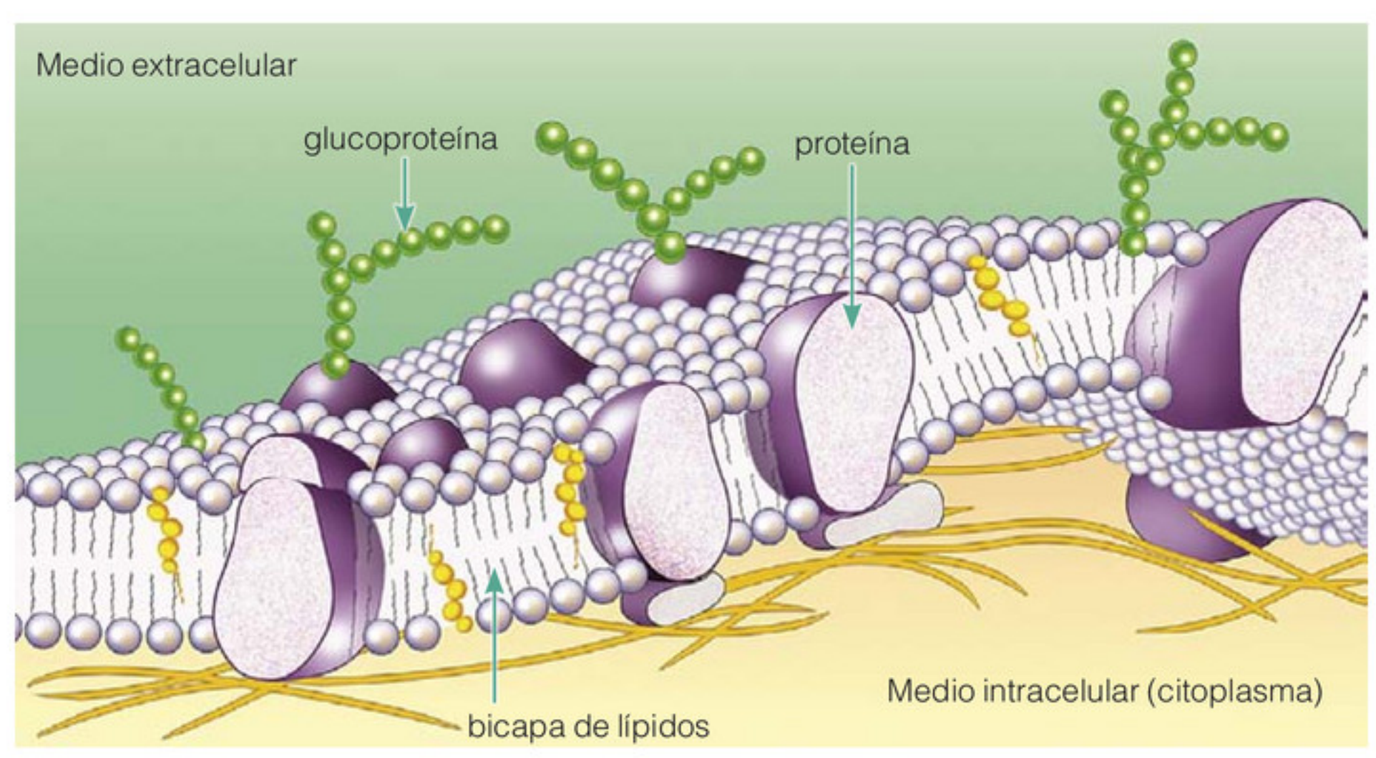
La **membrana plasmática** también participa en la comunicación de las células con sus células vecinas.

Hasta la actualidad, las imágenes obtenidas de la membrana plasmática, aun con los microscopios más potentes, no tienen la nitidez necesaria para describir su organización y explicar los procesos que allí se producen. Por eso, algunos científicos propusieron modelos* para comprender un poco más su estructura y dinámica.

En 1972, los biólogos S. J. Singer y J. L. Nicolson propusieron el **modelo de mosaico fluido**. En este modelo, los lípidos y las proteínas que componen la membrana plasmática se distribuyen de acuerdo con un patrón similar al de un mosaico de azulejos sobre una pared. Los lípidos, más abundantes, se distribuyen en una doble capa, mientras que las proteínas se insertan entre ellos. Algunas proteínas interrumpen la doble capa de lípidos y otras, en cambio, solo se insertan en una de las capas. Si bien este mosaico conserva su aspecto, los lípidos y, en menor medida las proteínas, cambian de posición de manera constante.

Glosario

modelo: representación que intenta explicar aquello que no se puede ver porque es muy pequeño, muy grande, muy lejano o de mucha complejidad. Se trata de una imitación o simulación que facilita la comprensión.



Modelo de mosaico fluido.

Actividades

1. La membrana de distintos tipos de célula es similar pero no idéntica. Averigüen cuál es la diferencia estructural entre:

a. La membrana de las células vegetales y la de las células animales.

b. La membrana de las células animales y la de las células bacterianas.

c. La pared celular de las células vegetales y la de las células bacterianas.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Intercambio de materiales entre la célula y el medio

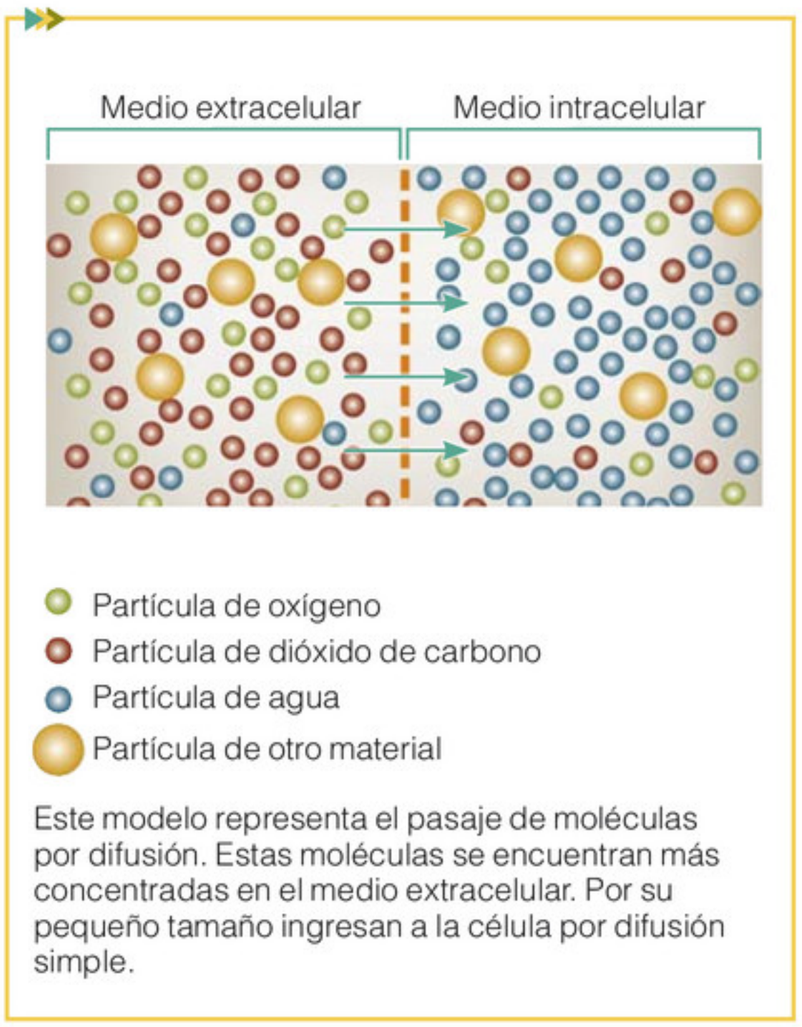
Los procesos de entrada y de salida de materiales de la célula que se producen a través de la membrana plasmática se dividen en dos grandes grupos:

- **transporte pasivo**: en este tipo de transporte, la célula no gasta energía para el ingreso o egreso de materiales;
- **transporte activo**: este tipo de transporte requiere que la célula invierta su propia energía para el pasaje de materiales.

Transporte pasivo

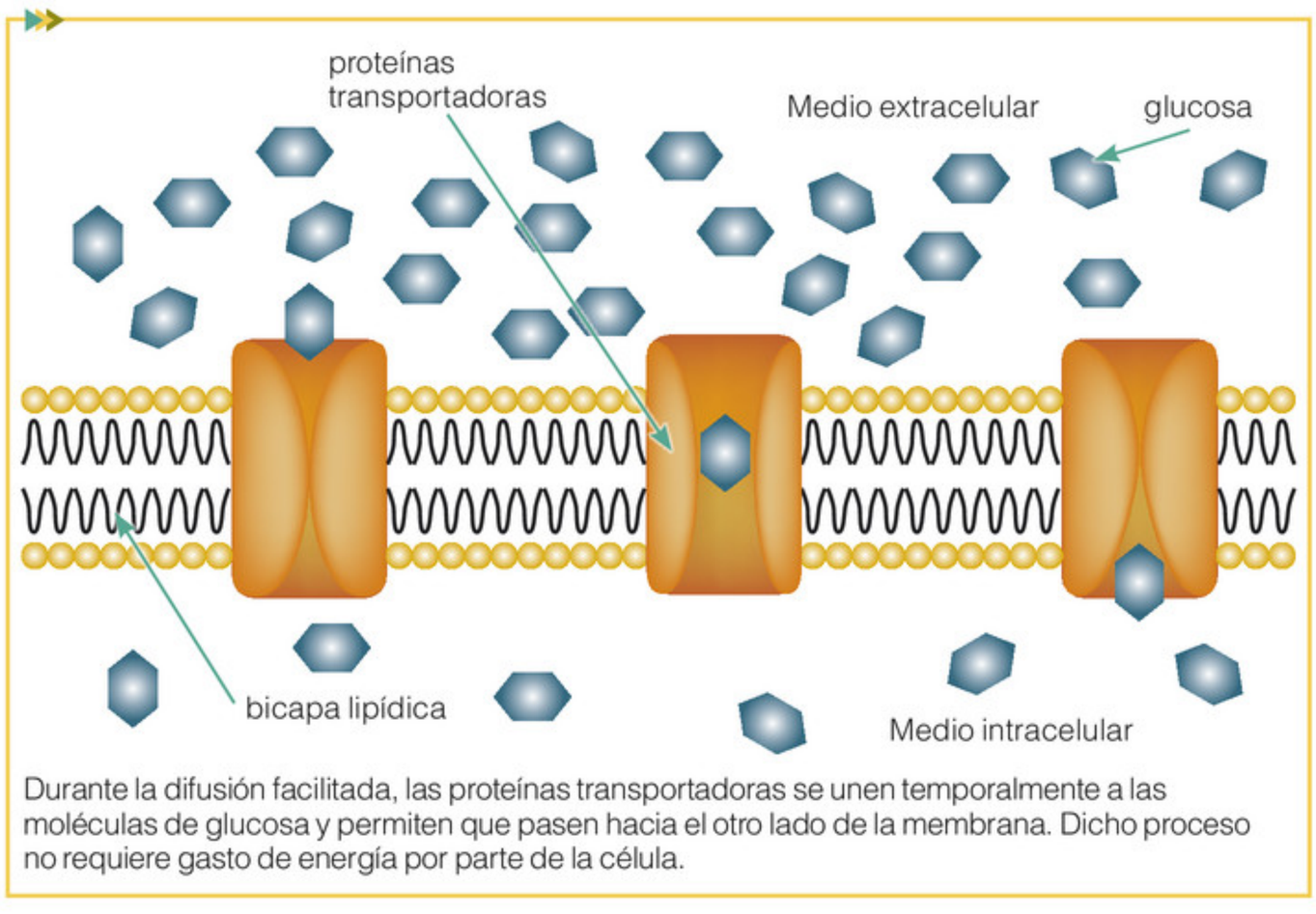
Algunas moléculas pequeñas, como las de oxígeno, dióxido de carbono y agua, pueden atravesar la membrana plasmática sin dificultad a través de la bicapa de lípidos. Con este tipo de transporte también ingresan fácilmente iones de calcio, potasio y sodio pero, en este caso, a través de unas proteínas que atraviesan la doble capa de lípidos y que tienen una abertura en forma de poro. Este tipo de transporte se puede producir a través de diferentes procesos físicos, como:

- **difusión simple**: es el movimiento o pasaje espontáneo de las partículas que componen una sustancia (moléculas o iones), desde una zona de mayor concentración hacia otra de menor concentración;
- **ósmosis**: es el movimiento o pasaje espontáneo de moléculas de agua a través de una membrana, desde una zona de mayor concentración hacia otra de menor concentración;
- **difusión facilitada**: con frecuencia, la célula requiere moléculas de glucosa o aminoácidos, pero estas no pueden pasar por difusión simple debido a su gran tamaño. Entonces, estas grandes moléculas se asocian temporalmente con proteínas de la membrana, que las reconocen y facilitan su pasaje.



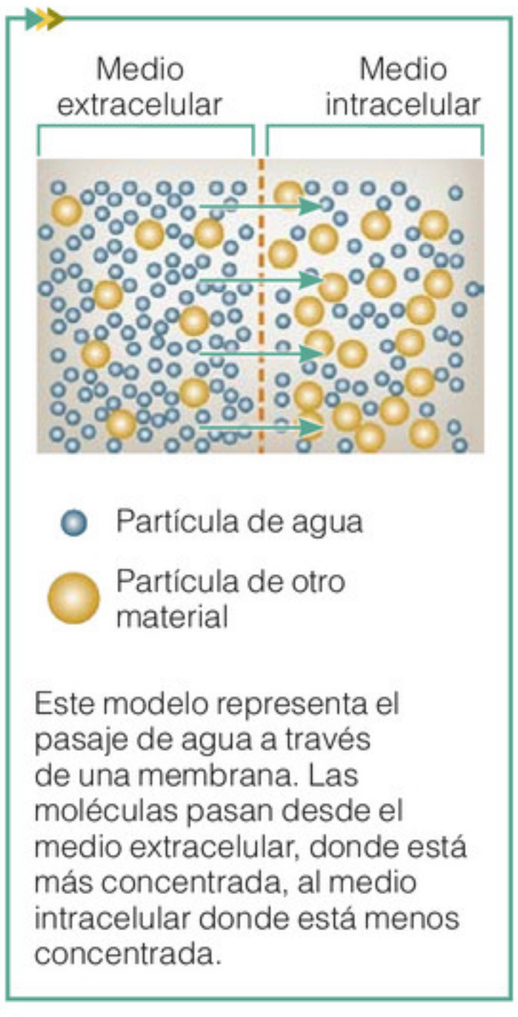
Este modelo representa el pasaje de moléculas por difusión. Estas moléculas se encuentran más concentradas en el medio extracelular. Por su pequeño tamaño ingresan a la célula por difusión simple.

Difusión simple.



Durante la difusión facilitada, las proteínas transportadoras se unen temporalmente a las moléculas de glucosa y permiten que pasen hacia el otro lado de la membrana. Dicho proceso no requiere gasto de energía por parte de la célula.

Difusión facilitada.



Este modelo representa el pasaje de agua a través de una membrana. Las moléculas pasan desde el medio extracelular, donde está más concentrada, al medio intracelular donde está menos concentrada.

Ósmosis.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Transporte activo

No siempre las sustancias que entran o salen de la célula lo hacen a través de los procesos físicos ya mencionados. En algunas ocasiones, las células deben incorporar una mayor cantidad de materiales de la que incorporan habitualmente. Una cantidad extra de glucosa o de iones puede ser necesaria en condiciones especiales. Por ejemplo, en las neuronas, el intercambio de iones entre el medio interno y el medio externo permite la transmisión del impulso nervioso.

En estos casos, el movimiento de las moléculas y los iones a través de la membrana ocurre en contra del gradiente de concentración habitual: desde la zona de menor concentración hacia la zona de mayor concentración. Entonces, las proteínas transportadoras de la membrana actúan como bombas que reconocen e impulsan las sustancias que van a ser transportadas.

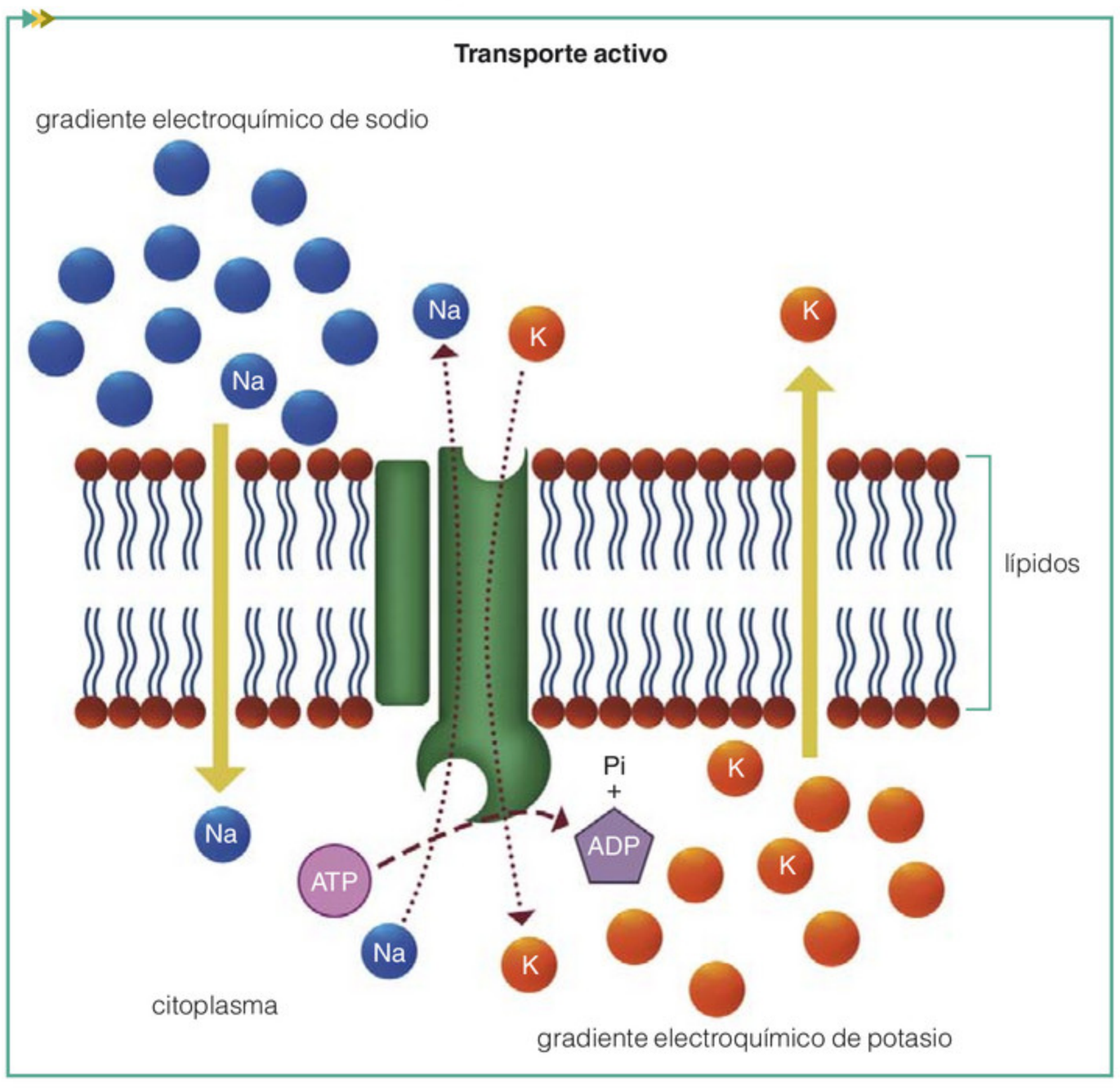
En el caso de la transmisión del impulso nervioso, esas bombas movilizan los iones calcio a través de la membrana, con gasto de energía por parte de la célula.

Este tipo de transporte se denomina **activo** porque requiere proteínas específicas que actúan como bombas, y un aporte de energía por parte de la célula.

Las bombas de membranas no solo participan en la transmisión del impulso nervioso en las neuronas, sino que también intervienen durante la absorción de minerales en las raíces de las plantas y en la asimilación de los nutrientes en el intestino delgado luego de la digestión de los alimentos.

Títulos y subtítulos

Para destacar la organización de un texto, pueden subrayar con un color el título que expresa el tema central y, con otro, los subtítulos que anuncian los subtemas o aspectos que se tratan.



En la membrana plasmática de algunas células hay proteínas que tienen la función de eliminar el sodio (Na^+) de la célula e introducir potasio (K^+) en el citoplasma. Este movimiento es en contra del gradiente de concentración y requiere gasto de energía.

Actividades

1. ¿Por qué cuando echamos dos o tres gotas de colorante puro en un vaso con agua se transforma en una solución coloreada? ¿Qué fenómeno se produce?
2. ¿Qué importancia biológica tiene el transporte activo? Busquen otros ejemplos para compartirlos entre ustedes.

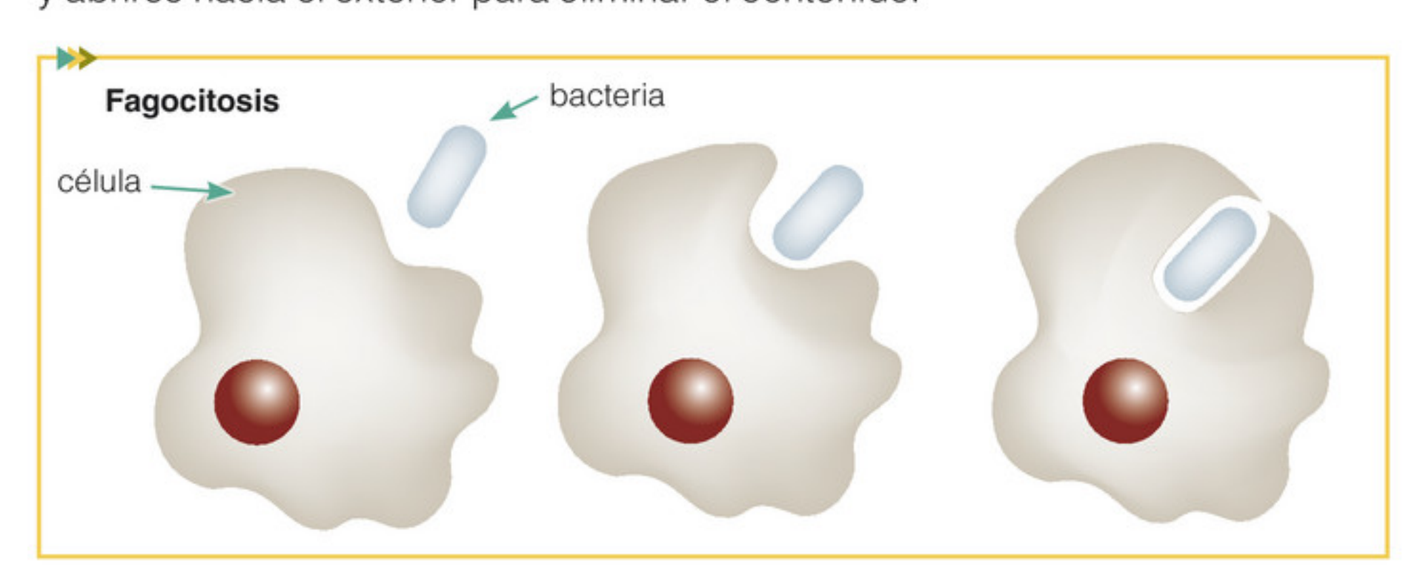
© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

El transporte de moléculas de gran tamaño

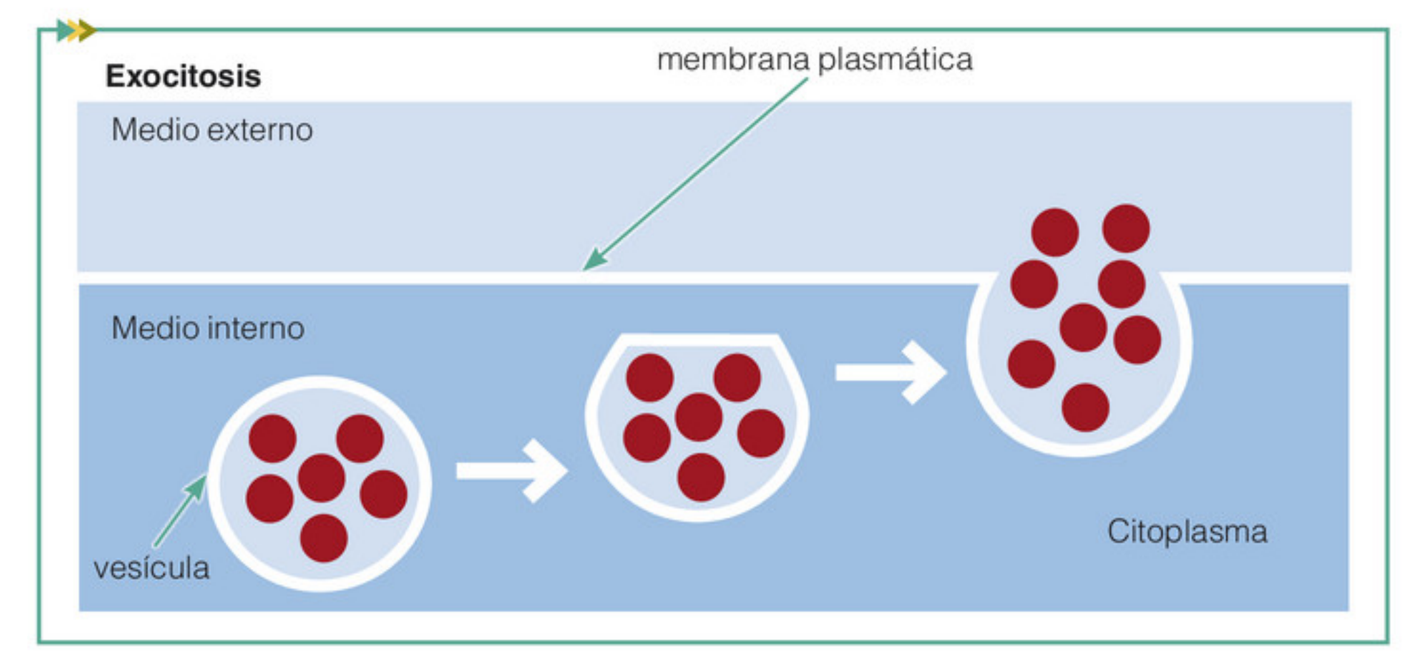
Muchas veces, las células obtienen o eliminan partículas de diversos materiales muy grandes, como proteínas de gran tamaño molecular, microorganismos enteros (por ejemplo, bacterias) o gotas de líquidos.

Estos materiales no pueden pasar a través de los poros de la membrana plasmática. En estos casos, en la membrana plasmática se forman vesículas, que funcionan como bolsas que envuelven e incorporan esos materiales al interior de la célula. Este proceso se llama **endocitosis** y requiere gasto de energía por parte de la célula. Cuando lo que se incorpora son sustancias sólidas o microorganismos, el proceso se denomina **fagocitosis**. En cambio, si los materiales que se incorporan son sustancias líquidas, el proceso se llama **pinocitosis**.

Un proceso similar ocurre cuando la célula desecha este tipo de materiales de gran tamaño. En este caso se trata de la **exocitosis**. Por ejemplo, las células realizan exocitosis con frecuencia cuando eliminan los desechos propios de su digestión. En este caso, el material de desecho es rodeado por una vesícula que migra a través del citoplasma hasta fusionarse con la membrana plasmática y abrirse hacia el exterior para eliminar el contenido.



La imagen representa una célula durante la incorporación de un microorganismo.



La imagen representa el proceso de expulsión de sustancias desde la célula hacia el exterior.

Un tipo especial de células del sistema inmune, llamadas **macrófagos**, realizan constantemente fagocitosis. De esta manera, incorporan bacterias y las digieren. A su vez, algunos de los fragmentos de esas bacterias pueden ser utilizados como una señal de los macrófagos para alertar a otras células del sistema inmune.

Algunas células se especializan en la producción de sustancias, por ejemplo, las células que forman glándulas. En este caso, las sustancias son las hormonas, y las células, luego de producirlas, las liberan a la sangre a través del proceso de exocitosis.

Actividades

1. ¿Qué importancia biológica tienen la endocitosis y la exocitosis en las células de un organismo pluricelular? ¿Y en un ser vivo unicelular?

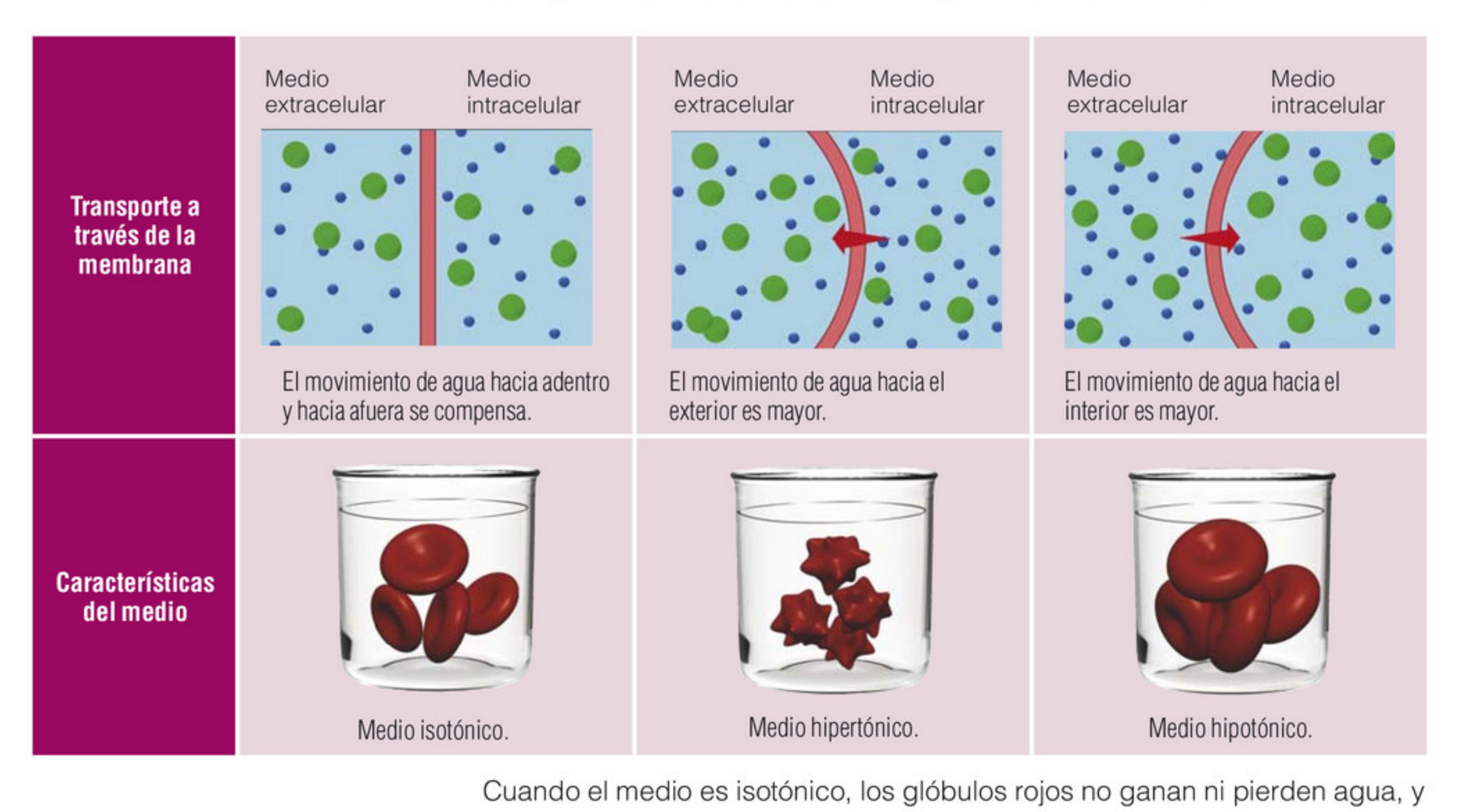
© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Las células, las condiciones del medio y el transporte de sustancias

Como estudiaron antes, a ambos lados de la membrana celular puede haber distintas concentraciones de sustancias. En otras palabras, hay ciertas sustancias que la célula tiende a captar del medio y almacenar en su interior y, en consecuencia, la concentración es mayor en el interior de la célula. En el caso de otras sustancias, la célula tiende a eliminarlas hacia el exterior, y así la concentración es mayor en el exterior que en el interior.

Cuando la concentración de sales es igual en el exterior y en el interior de la célula, se dice que el medio es **isotónico**. Si la concentración de sales es mayor en el medio externo que en interior de las células, se dice que el medio es **hipertónico**. En cambio, si la concentración de sales es menor en el medio externo y mayor en el medio intracelular, se dice que el medio es **hipotónico**.

Cuando el medio en el que se encuentra la célula es hipertónico o hipotónico, se ponen en marcha mecanismos de transporte de agua (ósmosis) que compensan esa diferencia de concentración. Veamos un ejemplo de lo que sucede en estas circunstancias con un tipo especial de célula, los glóbulos rojos, desde el punto de vista de su estructura y a nivel de la membrana.



Cuando el medio es isotónico, los glóbulos rojos no ganan ni pierden agua, y mantienen su forma y tamaño. Si el medio es hipertónico, los glóbulos rojos pierden agua, y por lo tanto cambia su forma y disminuye su tamaño; se dice que **se plasmolizan**. Cuando el medio es hipotónico, los glóbulos rojos se cargan de agua, por lo que cambian su forma y aumentan en tamaño; se dice que se vuelven **turgentes**.

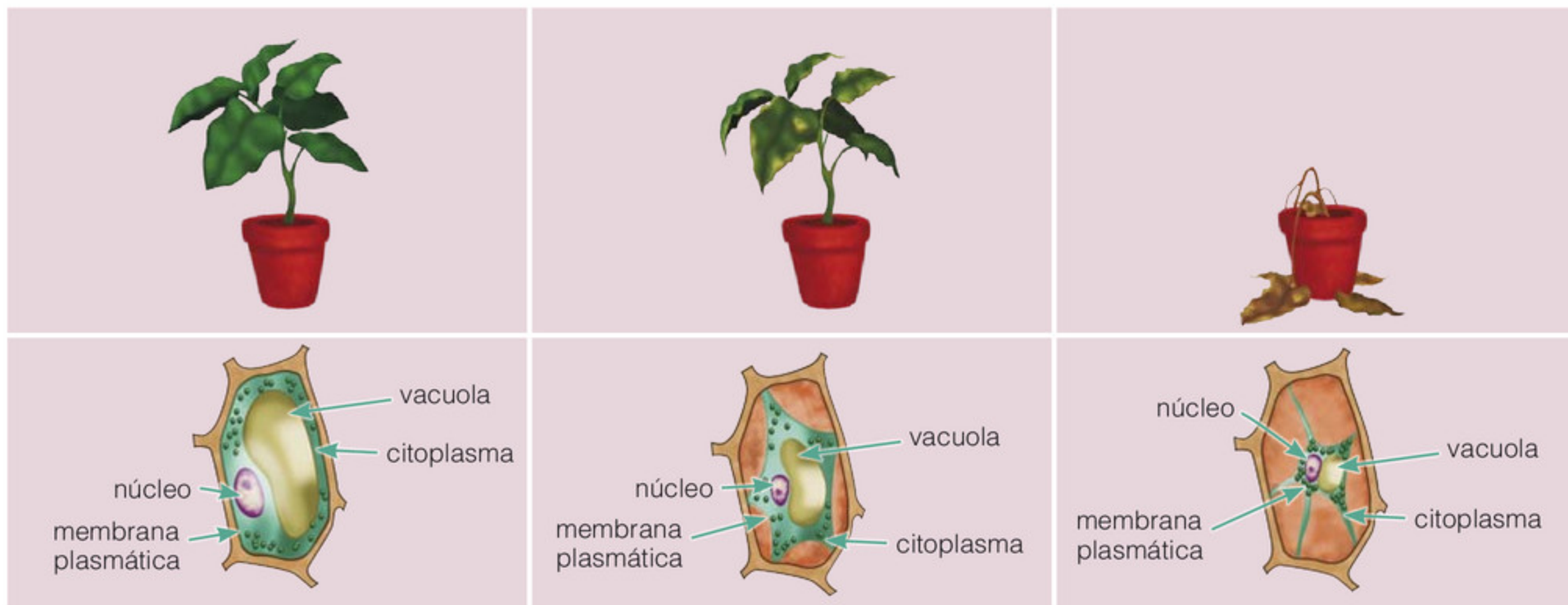
Este mecanismo de regulación de la concentración de sales mediada por el transporte de agua se denomina **regulación osmótica**. Cuando este mecanismo no funciona correctamente o no llega a compensar la diferencia de concentración de sales, la célula puede romperse.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

La importancia biológica del mecanismo de regulación osmótica

En el ser humano, la regulación osmótica está vinculada al proceso de producción de orina, en el cual, mediante sucesivas etapas, se van concentrando sales y desechos en una determinada cantidad de agua, para ser expulsados al exterior. También se relaciona con la sensación de sed. Por lo tanto, este mecanismo permite mantener en equilibrio la cantidad de agua en el cuerpo.

En las plantas, la pérdida o la ganancia de agua en las células determinan que la planta se vea turgente o marchita. Cuando la célula vegetal pierde agua, se retrae, pero la pared celular, al ser rígida, conserva su forma.



Actividades experimentales

El proceso de ósmosis en la Elodea

Mediante una breve experiencia se puede observar lo que sucede con las células vegetales cuando se encuentran en medios de distinta concentración de sales.

Necesitan:

- una planta de Elodea (que haya estado sumergida en el agua de la pecera de donde la sacaron o del vivero donde la hayan comprado)
- pinza de metal
- agua destilada
- portaobjetos y cubreobjetos
- gotero
- sal común
- microscopio
- marcador indeleble
- servilleta de papel

Paso 1. Numeren los tres portaobjetos con el marcador indeleble.

Paso 2. Tomen con la pinza tres trozos pequeños de hoja de Elodea y coloquen cada uno en los respectivos portaobjetos (escurran el agua con la servilleta de papel).

Paso 3. Sobre la Elodea del portaobjetos 1, agreguen una gota de agua destilada con el gotero. Sobre la Elodea del portaobjetos 2 y la del 3, pongan una gota del agua en donde estaba la Elodea originalmente. Y sobre la Elodea del portaobjetos 3, además, agreguen una pizca de sal.

Paso 4. Cubran los preparados con los cubreobjetos.

Paso 5. Observen los preparados con distintos aumentos y dibujen lo que observaron.

1. Resuelvan las siguientes consignas.

a. ¿Qué sucedió con las células de la Elodea en cada caso? ¿Cómo se dieron cuenta?

b. Averigüen cuál es la composición del agua destilada. Luego, escriban un texto en donde expliquen la relación que hay entre el agua destilada y lo que observaron al microscopio en el preparado 1.

c. Elaboren una conclusión para explicar lo sucedido.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

La importancia del modelo de mosaico fluido

Uno de los modelos más representantes en Biología es el modelo de mosaico fluido. Este modelo, como mencionamos antes, es una representación de cómo se supone que es la membrana plasmática. Los modelos pretenden explicar una parte de la realidad. En otras palabras, son simplificaciones, esquemas que se aproximan en mayor o menor medida a la realidad.

La importancia de los modelos radica, en parte, en que son instrumentos que permiten predecir o explicar fenómenos. Por ejemplo, si tenemos en cuenta el modelo de mosaico fluido, en el que se postula que la membrana plasmática es una doble bicapa de lípidos atravesada por proteínas y a la que se unen además otros tipos de moléculas, podemos suponer de qué manera ingresan o salen materiales de la célula. También, dado que en este modelo algunos de los componentes de la membrana funcionan como moléculas de reconocimiento entre células, podríamos suponer qué sucedería si esas moléculas fueran modificadas o si ese mecanismo de reconocimiento fallara. Una simulación puede entenderse como un modelo que se pone en movimiento, como una suposición acerca de cómo funciona el modelo en distintas circunstancias.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Actividades experimentales

¿Cómo simular la actividad de la membrana plasmática?

Un modelo para explicar el pasaje de sustancias a través de la membrana plasmática puede ser útil para predecir lo que sucedería en distintas situaciones de importancia biológica.

Necesitan:

- papel celofán
- tijera
- vaso
- cuchara para té
- un trozo de hilo
- azúcar común
- agua destilada

Paso 1. Recorten un cuadrado de papel celofán de 10 cm de lado.

Paso 2. En el centro del cuadrado de papel, coloquen una cucharadita de azúcar.

Paso 3. Junten los cuatro vértices del cuadrado para formar una bolsita.

Paso 4. Con un trozo de hilo, anuden la bolsa de tal forma que el azúcar no pueda salir de su interior.

Paso 5. Sumerjan la parte inferior de la bolsa dentro del vaso con agua destilada y manténganla así durante un día. Conviene que sujeten el hilo como indica la imagen para que la bolsita no se mueva durante ese período.

1. Resuelvan las siguientes consignas.

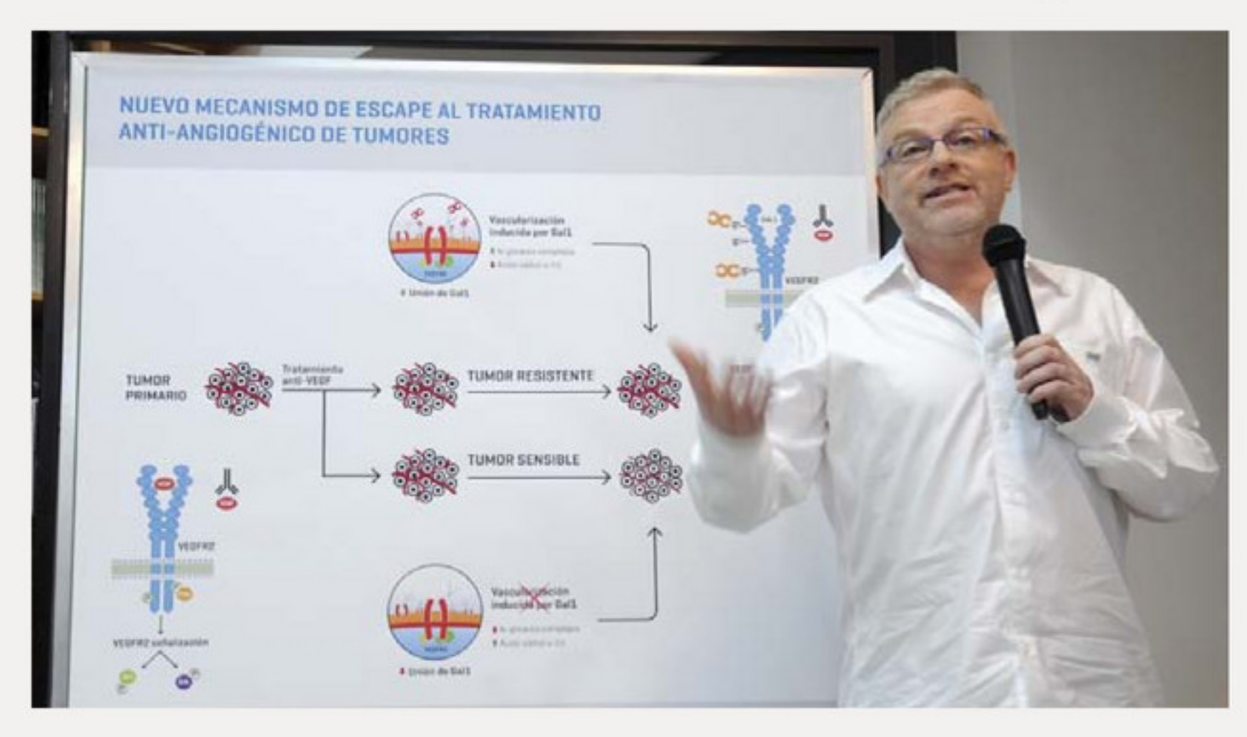
a. ¿Qué sucedió con el azúcar que estaba dentro de la bolsa?

b. Analicen los resultados obtenidos teniendo en cuenta lo que saben sobre las funciones de la membrana plasmática.

c. ¿En qué se parece la bolsita al modelo de mosaico fluido? ¿En qué se diferencia?

d. Elaboren una conclusión en la que expliquen lo sucedido.

Resuelven un misterio inmunológico



Si la razón de ser del sistema inmune es destruir toda partícula extraña que encuentre a su paso, ¿cómo se explica que el cuerpo de la mujer pase por alto al bebé en gestación, que lleva en sus células los genes del padre? Dicho de otro modo: ¿por qué nuestra madre no nos rechaza si tenemos genes de otra persona? [...]. Ahora, un equipo de investigadores del Conicet y la Fundación Sales acaba de encontrar una respuesta a ese enigma: una de las hormonas claves del embarazo, la progesterona, estimula la producción de una proteína capaz de inhibir localmente al sistema inmune, la galectina-1.

"El sistema inmunológico evolucionó como un complejo mecanismo de defensa capaz de distinguir entre los componentes propios del organismo y aquellos que le son extraños, como bacterias, parásitos y virus. Si yo te trasplanto la piel de tu marido, seguramente la vas a rechazar porque ambos tienen distintos genes", explica el doctor Gabriel Rabinovich, que lideró el trabajo de investigación. "El sistema inmunológico interpreta que el trasplante es algo externo que no tiene que estar ahí. El bebé es un 'semitrasplante', porque es mitad de la mamá y mitad del papá; sin embargo, el sistema inmunológico no lo ve como extraño. Es uno de los grandes enigmas de la naturaleza".

Trabajando con animales de experimentación, el equipo del Instituto de Biología y Medicina Experimental del Conicet y las doctoras Sandra Blois y Petra Arck, de la Universidad Charité, de Berlín, lograron desentrañar un complejo mecanismo de regulación capaz de silenciar durante nueve meses, en el útero materno, el sistema de defensa de la mujer embarazada. El trabajo se publicó en una de las más prestigiosas y rigurosas revistas científicas del mundo, *Nature Medicine*.

[...] En la relación materno-fetal, esta proteína cumple una función benéfica que permite llevar el embarazo [...]".

"Por ejemplo, nosotros descubrimos que si les administramos a los animales de laboratorio esta proteína, la tasa de abortos disminuye", cuenta el doctor Rabinovich.

Fuente: http://www.lanacion.com.ar/996098-resuelven-un-misterio-inmunologico (16-3-08) (Adaptación).

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Actividades

1. ¿Cuál es el misterio que el grupo de investigadores quiso descubrir?

2. Lean la siguiente información y luego resuelvan las consignas.

"El sistema inmunológico está formado por barreras que protegen el cuerpo y por células específicas que atacan a agentes extraños. Los mecanismos de ataque se desencadenan cuando en estas células específicas se llevan a cabo mecanismos de reconocimiento de los agentes extraños o parte de ellos".

a. Investiguen cómo es el mecanismo por el cual las células del sistema inmunológico reconocen agentes extraños al organismo.

b. Busquen información sobre cómo estas células distinguen a las células del propio cuerpo de aquellas que son extrañas.

c. Elaboren un texto en el que expliquen la relación entre la estructura de la membrana celular, sus componentes y sus funciones, los mecanismos de reconocimiento de los agentes extraños y de las células del propio cuerpo, y los mecanismos que permiten el desarrollo de un embrión en el útero materno.

El núcleo como centro de control de la actividad celular

En las páginas anteriores, estudiamos que la membrana plasmática está implicada en varias de las funciones que llevan a cabo las células, como el mantenimiento de las condiciones internas al regular el intercambio de sustancias que entran y salen de la célula, así como la comunicación o el reconocimiento entre distintas células. A continuación, estudiaremos el núcleo celular como un centro regulador de las funciones celulares.

La organización del núcleo celular

Curiosidades

Algunas células tienen más de un núcleo. Por ejemplo, algunos protistas, que son organismos unicelulares, pueden tener hasta 20.000 núcleos.

Recordemos que en las células procariotas, el material genético (ADN) se encuentra libre en el citoplasma, mientras que en las eucariotas, está dentro de un compartimiento: el núcleo.

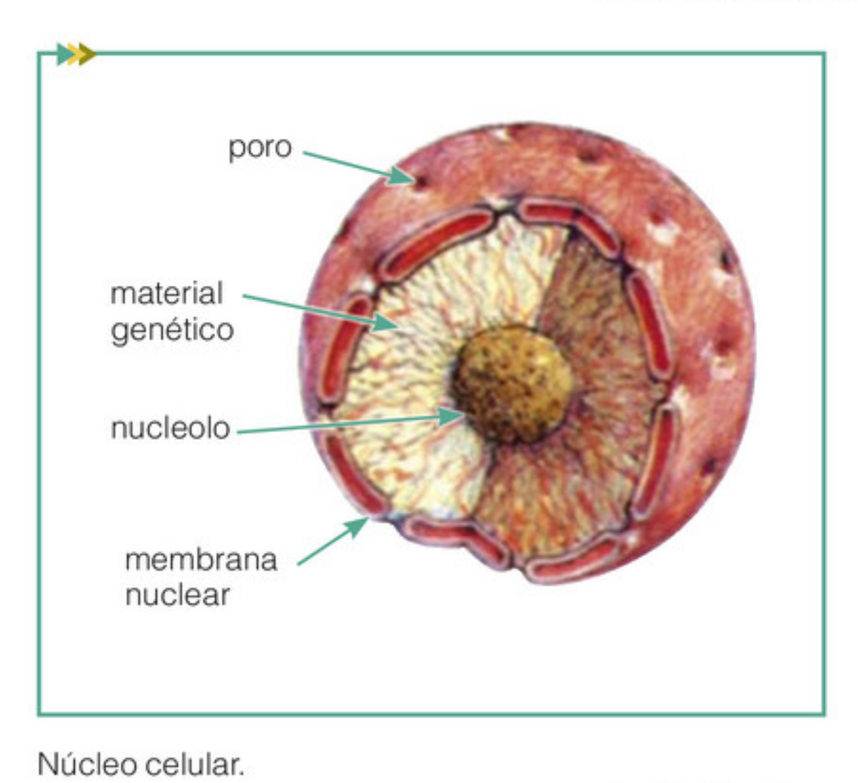
El núcleo de la célula consta de tres componentes: la **envoltura nuclear** que separa el material nuclear del citoplasma, el **material genético** y una región más oscura, llamada **nucleolo**.

La envoltura nuclear o **carioteca** está formada por una doble membrana con poros. Su organización estructural es semejante a la de la membrana plasmática, aunque posee diferencias, en particular las proteínas que están presentes en ellas. La membrana nuclear interna está en contacto con el material genético, mientras que la membrana nuclear externa se encuentra en contacto con el citoplasma. En los puntos en los que ambas membranas se tocan y se fusionan, es donde se forman los poros. Estos permiten la circulación de materiales entre el núcleo y el citoplasma.

El **ácido desoxirribonucleico** (ADN) es el material genético, lleva la información necesaria para construir la célula y dirigir todas las complejas reacciones que ocurren en ella. El material genético puede encontrarse en un estado laxo o descondensado, como si fueran hilos de lana, o bien en estado compacto o condensado, como si fueran ovillos. Cuando la célula está por dividirse, el ADN se encuentra condensado, formando los **cromosomas**.

Los procesos celulares como el crecimiento, la reparación de partes dañadas, la nutrición y la reproducción, están regulados por la información contenida en el ADN. Por lo tanto, el núcleo es el centro de control de toda la actividad celular.

El nucléolo es una zona específica dentro del núcleo en donde hay una gran actividad. Allí, se llevan a cabo procesos que permitirán que la célula forme sus propios ribosomas.



Núcleo celular.

Actividades

1. ¿Por qué se dice que el núcleo es el centro de la actividad celular?
2. Durante el proceso de división celular, el material genético primero se duplica para luego repartirse entre las células hijas. ¿Qué ventaja les parece que tiene el hecho de que el material genético se condense en forma de cromosomas durante esta etapa?

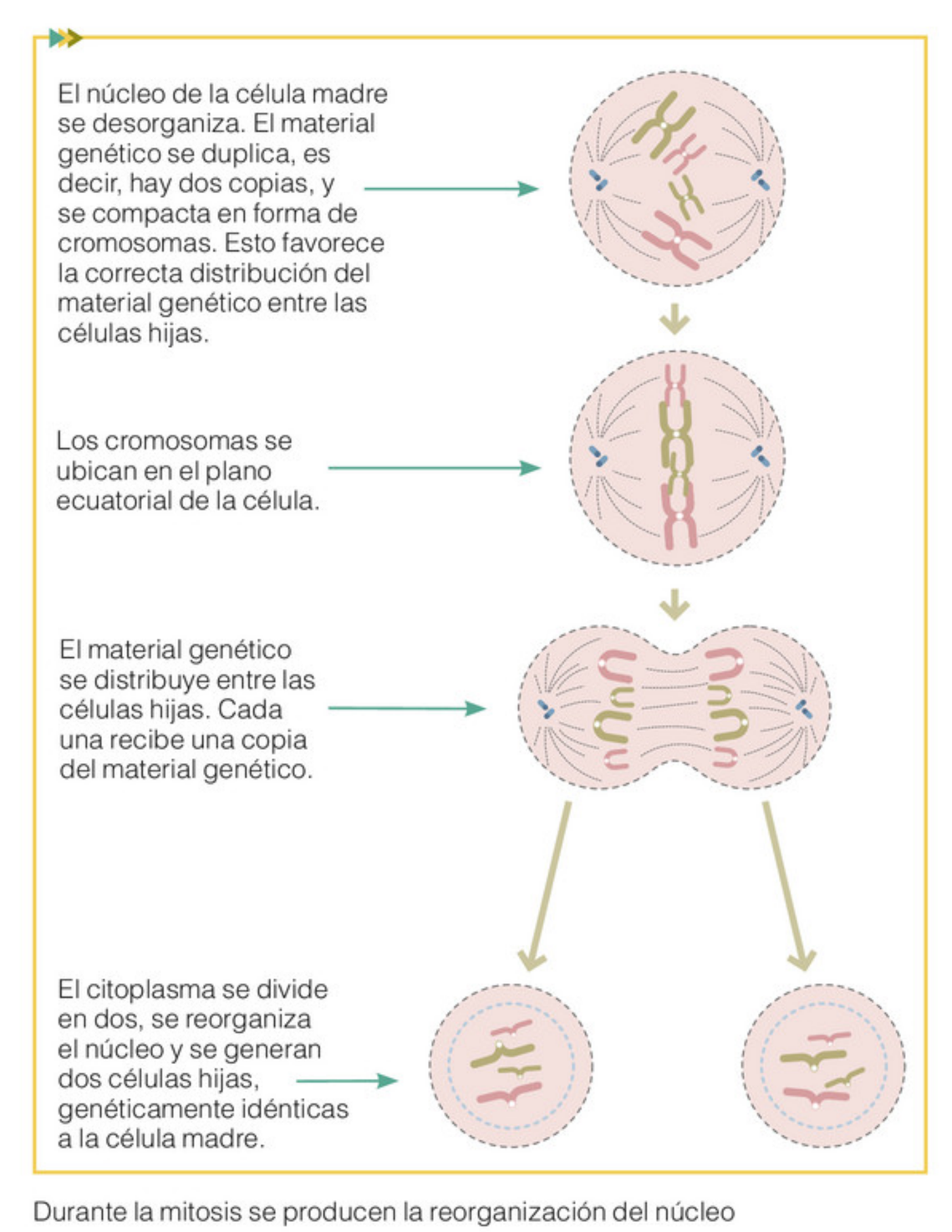
© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

El núcleo celular y la mitosis

Todos los seres vivos están compuestos por una o más células. A su vez, todas las células provienen de otras preexistentes. Es por eso que, durante cierto período, las células entran en una etapa de **reproducción** o **división**. Sin embargo, existen otros procesos que permiten mantener las estructuras y las funciones celulares. Por este motivo, las células pasan por una etapa de **crecimiento** y un período de **división celular**. Esta serie de acontecimientos se denomina **ciclo celular**.

La **mitosis** es un tipo de división celular que se produce en algunas células. Después de la división, cada célula hija tiene la misma información genética que la célula madre. En el proceso se puede distinguir una serie de etapas en las cuales ocurren cambios y, como resultado de ellos, se reorganizan el núcleo y el citoplasma.

En los organismos pluricelulares, este tipo de división celular permite el crecimiento y el desarrollo del organismo, y la reposición o regeneración de tejidos. La piel, por ejemplo, es un órgano donde constantemente se produce reposición de células. En los organismos unicelulares, en cambio, permite la reproducción, es decir, la generación de nuevos individuos.



Durante la mitosis se producen la reorganización del núcleo y la del citoplasma.

Los organismos pluricelulares crecen y se desarrollan mediante la mitosis a partir de una sola célula.

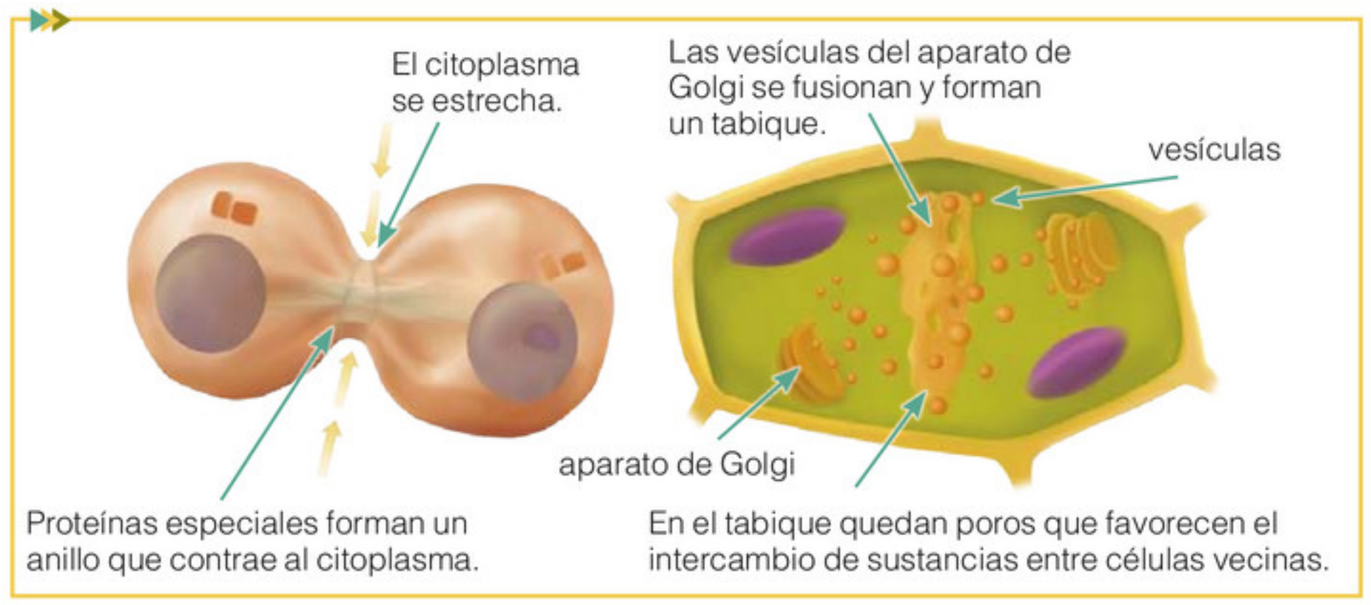
Actividades

1. Revisen sus respuestas a la pregunta 2 de la página 38. ¿La modificarían? ¿Por qué? ¿Cómo?
2. Expliquen la relación entre las funciones del núcleo y la mitosis.
3. ¿Cuál es la importancia biológica de la mitosis?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

La mitosis en células vegetales

En la página anterior estudiaron que durante la última etapa de la mitosis, el citoplasma de la célula original se divide en dos y se generan dos células hijas. Dicha etapa, llamada **citocinesis**, es diferente entre las células animales y las células vegetales, principalmente debido a que las células vegetales tienen pared celular, mientras que las células animales no poseen.



En la célula animal se produce un estrangulamiento del citoplasma, mientras que en las células vegetales esto no ocurre. Luego, el tabique de las células vegetales se consolida y se forma la pared celular.

Actividades experimentales

Observación de células vegetales en división

Una manera de observar las distintas fases de la mitosis celular es conseguir células que se encuentren dividiéndose activamente. Un modo fácil de obtenerlas es a partir de las raíces de alguna planta, ya que estas se encuentran en permanente crecimiento hacia las zonas húmedas, de donde la planta puede obtener agua.

Necesitan:

- 2 vasos de precipitado o de vidrio resistente
- 1 cebolla
- 2 palillos de madera
- colorante carmín acético
- tijera y pinza
- portaobjetos y cubreobjetos
- microscopio
- mechero
- varilla de madera

Paso 1. Coloquen la cebolla a germinar, tal como se muestra en la imagen. Cuiden que las pequeñas raíces queden en contacto con el agua.

Paso 2. Al cabo de 3 días, corten el extremo de las raíces (solamente tomen 2 o 3 milímetros, que es la zona en donde hay mayor cantidad de células en división).

Paso 3. Coloquen los trozos de raíz en un vaso con carmín acético.

Paso 4. Coloquen el vaso sobre el mechero. Calienten la mezcla levemente por 3 minutos. Procuren revolver con la varilla de madera evitando que hierva.

Paso 5. Extraigan las raíces con la pinza, colóquenlas en el portaobjetos, ábranlas y estírenlas.

Paso 6. Agreguen una gota de carmín acético y cubran la muestra con el cubreobjetos.

Paso 7. Observen con el microscopio a distintos aumentos.

Paso 8. Identifiquen células en distintas fases de la mitosis y dibújenlas.

1. Respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Por qué la raíz es un lugar clave para encontrar células en división?

b. ¿Con qué criterio identificaron las distintas fases de la mitosis? ¿Qué tuvieron en cuenta para hacerlo?

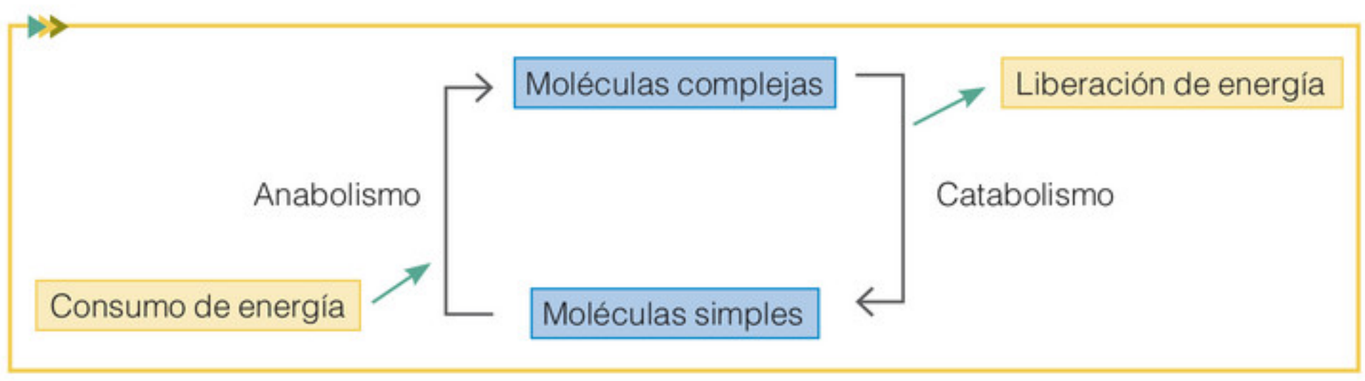
© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

El citoplasma y las organelas como medios para el metabolismo

En todas las células ocurre, de manera constante, un conjunto de reacciones químicas denominado **metabolismo celular**. Los procesos metabólicos de la célula ocurren tanto en el citoplasma como en el interior de las organelas. Estos permiten construir sustancias complejas a partir de otras más simples, o degradar sustancias complejas en sustancias más simples.

Se llama **catabolismo** al conjunto de reacciones de **degradación**. La actividad catabólica de las células descompone o degrada los nutrientes y libera la energía química que contienen. En cambio, se denomina **anabolismo** a todas las reacciones celulares de construcción o síntesis. En general, los procesos anabólicos requieren aporte de energía. Ambos tipos de procesos se pueden estudiar a través de modelos.

Los alimentos son la principal fuente de energía del organismo.



Reacciones catabólicas

Hay algunos fenómenos que permiten deducir que en las células ocurren procesos catabólicos. Por ejemplo, sabemos que una persona que no se alimenta de manera adecuada o que ayuna durante un tiempo prolongado no podrá realizar sus actividades normalmente. Incluso se puede enfermar con gravedad. Sabemos también que un deportista debe consumir una dieta especial para cubrir el esfuerzo que implica su actividad. Además, desde chicos nos dicen que es importante alimentarnos para "tener más energía".

A continuación, veamos un modelo que permite comprender los procesos catabólicos en las células:

- Durante las reacciones catabólicas intervienen **enzimas**. Estas son proteínas muy específicas que permiten que las reacciones químicas se lleven a cabo con una energía menor de la que sería necesaria si la enzima no estuviera.
- Durante el catabolismo, enzimas específicas transforman los nutrientes de una molécula compleja en materiales de estructura más sencilla. En esta transformación se libera energía de una forma que la célula puede aprovechar.

La glucosa es uno de los nutrientes de molécula compleja que incorporamos cuando nos alimentamos. La obtención de energía a partir de la glucosa es un proceso catabólico y se denomina **respiración celular**.

Actividades

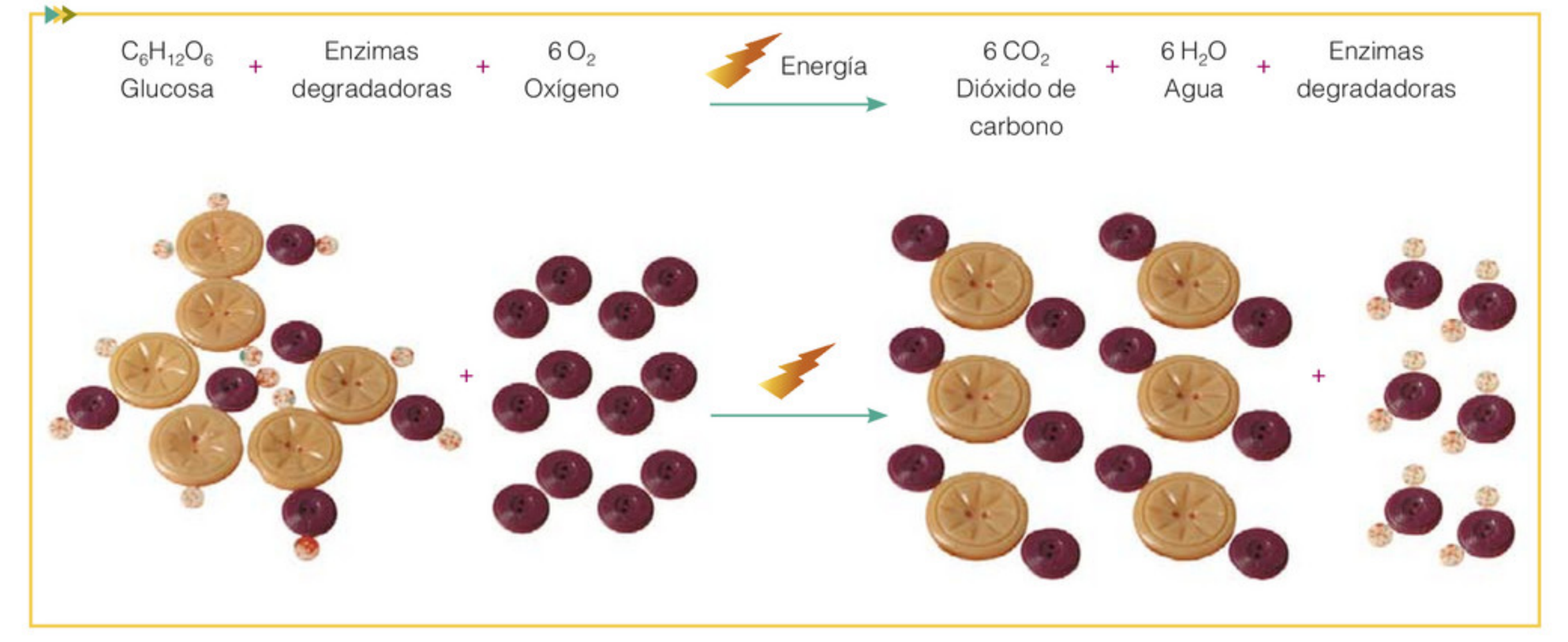
1. Elaboren en grupo una definición de metabolismo con sus propias palabras.
2. Considerando lo que estudiaron hasta aquí en este capítulo, y que el metabolismo involucra reacciones de síntesis y de degradación, ¿cuál les parece que es la importancia de este proceso?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

La respiración celular

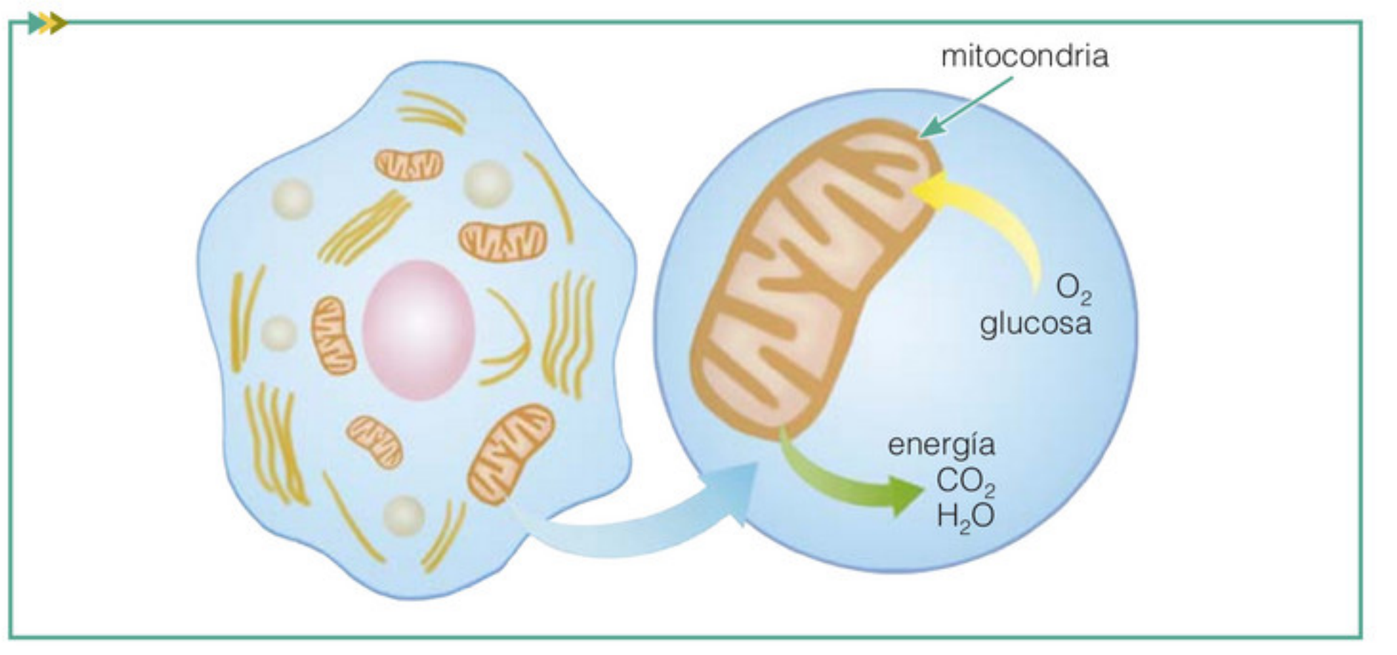
Una de las reacciones catabólicas más importantes que llevan a cabo las células es la respiración celular. Este proceso ocurre en una organela en particular que se encuentra en el citoplasma: las **mitocondrias**. El proceso de respiración celular consiste en la degradación de una molécula compleja, la glucosa, en sustancias sencillas: agua y el gas dióxido de carbono. Durante este proceso, se **libera la energía** de la glucosa en una forma que la célula puede aprovechar.

Al igual que en otros procesos catabólicos, en la respiración celular intervienen enzimas específicas que se unen a la glucosa, la degradan y la transforman. El dióxido de carbono y el agua son productos de desecho de esta reacción. En este proceso, además, interviene el oxígeno.



Con botones o clips es posible simular un proceso catabólico como la respiración celular. El modelo simula la transformación de glucosa (molécula compleja) y de oxígeno en dióxido de carbono y agua. Enzimas degradadoras dividen gradualmente la glucosa en fragmentos. Este proceso libera energía.

La glucosa que ingresa al circuito de la respiración celular se obtiene a través de distintas vías. Todos los animales, por ejemplo, la obtienen a través de la incorporación y digestión de los alimentos. En los seres humanos, la glucosa es absorbida en el intestino delgado y luego es transportada a través de la sangre. Así llega a todas las células del cuerpo: atraviesa la membrana plasmática y luego ingresa a la mitocondria, en donde es consumida. Las plantas, en cambio, no incorporan glucosa del exterior, sino que la fabrican a partir de la energía del Sol y materiales sencillos.



Mitocondria en el proceso de respiración celular.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Otras reacciones de obtención de energía

Durante la respiración celular se consume oxígeno. Si no hay oxígeno en el medio, este proceso no puede llevarse a cabo y, según el tiempo que las células estén privadas de oxígeno, pueden morir.

Sin embargo, hay seres vivos que pueden vivir con muy bajas concentraciones de oxígeno o en ausencia de este gas, y a la vez consumir glucosa como fuente de energía, como sucede con algunas bacterias y las levaduras. En este caso, la reacción catabólica se denomina **fermentación**. Un tipo particular de este tipo de reacción es la **fermentación alcohólica**, mediante la cual a partir de la glucosa se obtiene energía, y como desechos se producen un gas, el dióxido de carbono, y un alcohol, llamado etanol. Las levaduras que se utilizan para fabricar pan, cerveza y vino llevan a cabo este tipo de fermentación. Durante la elaboración del pan, el alcohol que se produce en la fermentación se evapora en la cocción con el calor del horno, y el gas dióxido de carbono es el que permite que el pan tenga pequeños agujeros.

Actividades experimentales

Durante las actividades experimentales, es importante llevar un registro detallado de los materiales, de los procedimientos y de los resultados obtenidos, para poder hacer un análisis de estos y también para poder repetir la experiencia de la manera más fiel posible.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Actividades experimentales

Fermentación en levaduras

Durante el proceso de fermentación alcohólica, las levaduras liberan un gas llamado dióxido de carbono. Con esta sencilla experiencia se puede verificar la producción de gas durante este proceso.

Necesitan:

- levadura fresca
- azúcar
- 3 botellas
- 3 globos
- 1 recipiente con agua tibia donde entren las 3 botellas
- marcador indeleble
- cuchara de té
- 1 recipiente pequeño de 100 mℓ de capacidad

Luego:

Paso 1. Numeren las botellas.

Paso 2. Agreguen en cada botella levadura, azúcar y agua tibia, de acuerdo con el cuadro 1.

Paso 3. Disuelvan el contenido de las botellas agitándolas suavemente.

Paso 4. Coloquen los globos en el pico de las botellas.

Paso 5. Coloquen las botellas en el recipiente con agua tibia.

Paso 6. Cada 5 minutos, observen lo que sucede con el globo en cada una de las botellas y anótenlo en sus carpetas en un cuadro como el cuadro 2.

Paso 7. Respondan:

a. ¿Para qué se armaron las botellas 2 y 3?

b. ¿En cuál de las botellas se infló más el globo? ¿En cuál se infló menos?

c. Si los globos de las botellas 2 y 3 se inflaran de la misma manera que el globo de la botella 1, ¿qué podría haber sucedido?

d. De a uno, quiten los globos de las botellas y sientan el aroma. Registren lo que olieron en cada caso. ¿A qué se debe?

e. Discutan: ¿por qué el globo inflado es indicador de que se está produciendo un gas?

Cuadro 1

Botella	Levadura	Azúcar	Agua tibia	Observaciones
1	2 cucharaditas	1 cucharadita	100 mℓ	
2	2 cucharaditas	-	100 mℓ	
3	-	1 cucharadita	100 mℓ	

Cuadro 2

Botella	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min
1					
2					
3					

Reacciones anabólicas

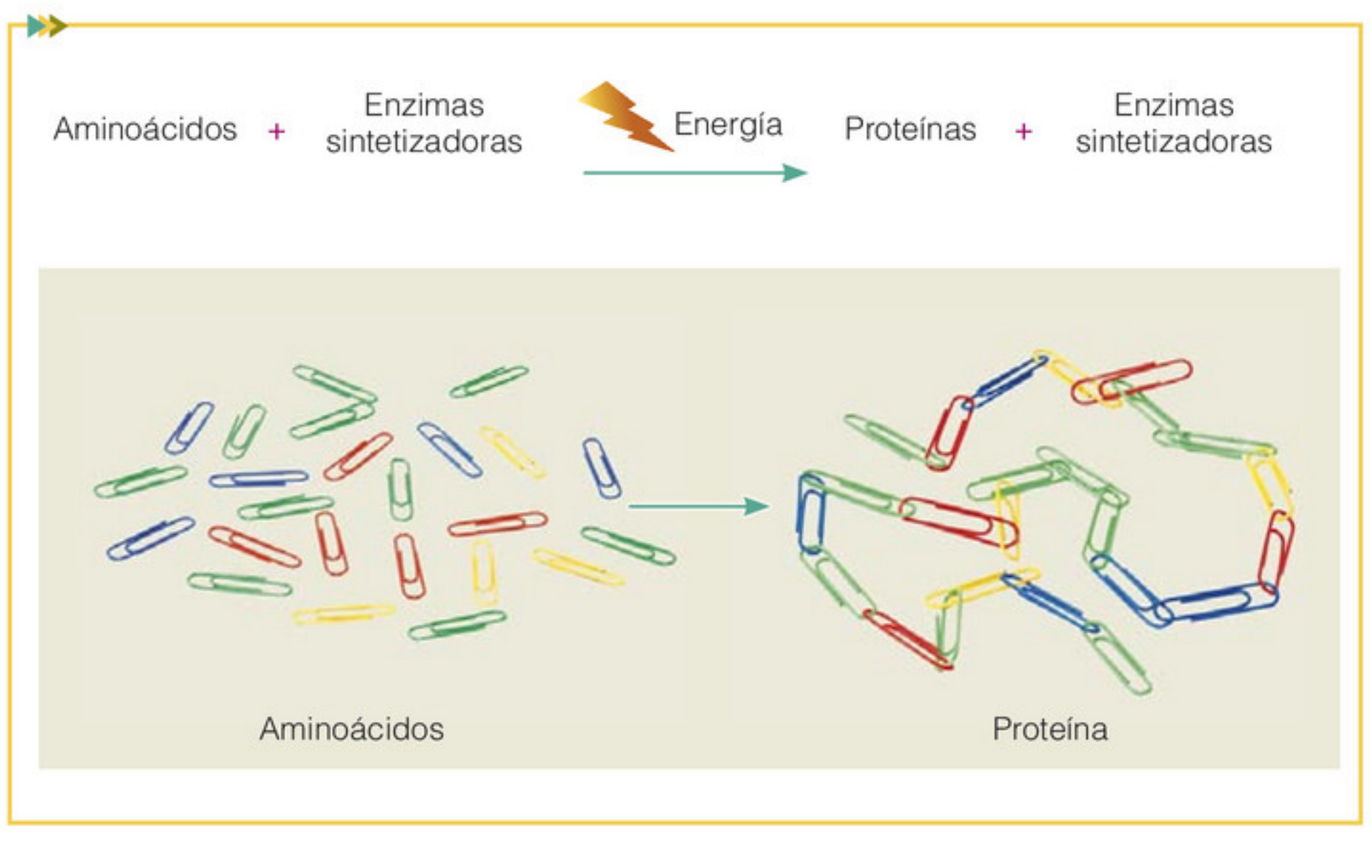
Los procesos anabólicos permiten la **elaboración** o **síntesis** de materiales nuevos que se utilizan para el crecimiento, la reparación, la producción de sustancias, etcétera. Durante la síntesis, a partir de moléculas sencillas se elaboran o se producen moléculas más complejas. De la misma manera que en las reacciones catabólicas, en las reacciones anabólicas intervienen enzimas. Y a diferencia de las primeras, en las reacciones anabólicas se requiere un **aporte de energía**.

Hay algunos fenómenos que permiten deducir que en las células ocurren procesos anabólicos. Por ejemplo, sabemos que un bebé tiene huesos y músculos. También sabemos que con el tiempo, y si la alimentación es adecuada, los huesos y los músculos se fortalecerán y crecerán. Los músculos están compuestos principalmente por proteínas y agua. La miosina y la actina son proteínas que conforman el tejido muscular. La construcción o síntesis de miosina y de actina es un proceso anabólico. Durante ese proceso, enzimas sintetizadoras unen moléculas más sencillas, los aminoácidos, y elaboran proteínas.

Los procesos que llevan a cabo los ribosomas, como la síntesis de proteínas, y los que ocurren en el interior de las organelas celulares como el aparato de Golgi, el retículo dndoplasmático rugoso y el retículo endoplasmático liso, son anabólicos.

A continuación, veamos un modelo que permite comprender los procesos anabólicos en las células.

Con clips o botones es posible simular un proceso anabólico, como la formación de una proteína. El modelo simula la unión de aminoácidos que producen las enzimas sintetizadoras. En este proceso se usa energía, y el resultado es la síntesis de proteínas. En el organismo, el complejo ABCD puede ser, por ejemplo, una molécula de miosina.



Curiosidades

Para su correcto funcionamiento, el cuerpo humano requiere 21 aminoácidos. La combinación en la cantidad y variedad de aminoácidos determina que se formen distintas proteínas. Los seres humanos solo pueden fabricar la mitad de los aminoácidos que requiere el cuerpo, mientras que el resto los debe incorporar a través de la alimentación. Por eso es importante consumir alimentos de todos los grupos.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

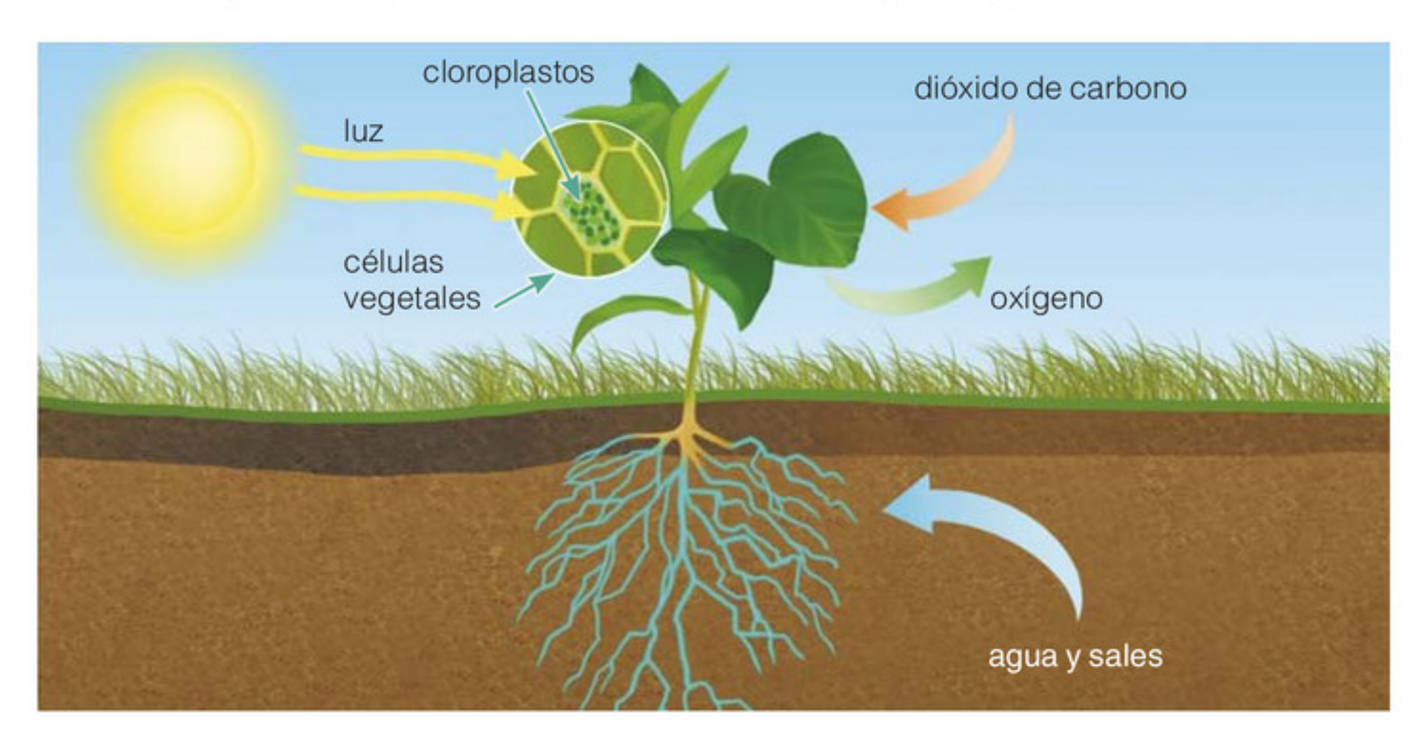
La fotosíntesis

Un proceso anabólico de extrema importancia para todos los seres vivos es la **fotosíntesis** que llevan a cabo las plantas. Las algas pluricelulares y unicelulares, así como algunas bacterias, también llevan a cabo este proceso. En el caso de las plantas, la fotosíntesis ocurre en una organela en particular, los **cloroplastos**.

En el proceso de fotosíntesis, un pigmento que se encuentra en estas organelas, llamado **clorofila**, capta la luz del Sol. A través de diferentes procesos que suceden en el interior del cloroplasto, esta energía puede ser transferida y utilizada para formar glucosa.

Al igual que la respiración celular, la fotosíntesis es un proceso mediado por enzimas. Además de la luz solar y la presencia de clorofila, es necesario un gas, el dióxido de carbono, agua y sales minerales. Como producto de la fotosíntesis se obtiene glucosa, y como desecho, se libera el gas oxígeno.

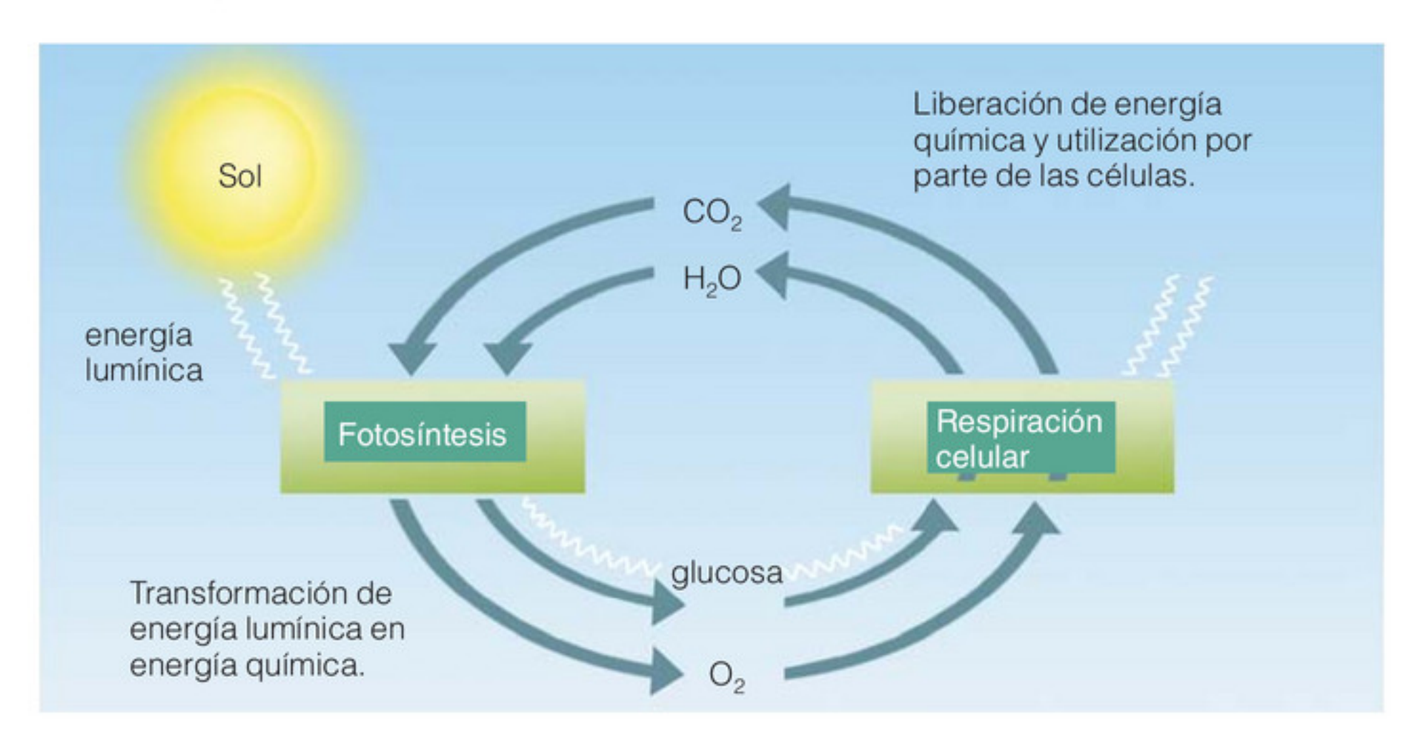
© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723



La importancia de la fotosíntesis radica en que es el único proceso capaz de transformar la energía lumínica en energía química o, en otras palabras, en energía que forma parte de una molécula que pueden aprovechar el resto de los seres vivos.

$$6\,CO_2 \text{ dióxido de carbono} + 6\,H_2O \text{ agua} + \text{Enzimas} \xrightarrow{\text{Energía}} C_6H_{12}O_6 \text{ glucosa} + 6\,O_2 \text{ oxígeno} + \text{Enzimas}$$

Si analizamos los procesos de respiración celular y de fotosíntesis en conjunto, podremos notar que los desechos de uno son utilizados como reactivos en el otro, y viceversa.



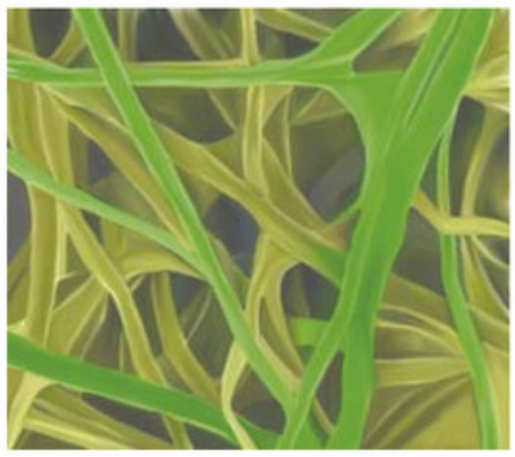
Actividades

1. ¿Por qué les parece que en las ecuaciones de las reacciones químicas de respiración celular y fotosíntesis, las enzimas se encuentran a ambos lados? ¿Aparecen como reactivos o productos? ¿Por qué? ¿Cómo se dan cuenta?

2. Busquen y anoten en la carpeta ejemplos de reacciones catabólicas y anabólicas importantes desde el punto de vista biológico para el organismo.

Fotosíntesis y respiración celular.

El papel de las moléculas como componentes estructurales y funcionales de las células



La celulosa tiene una forma de largas fibras que se entrelazan entre sí formando un entramado resistente, como la pared celular.

El ADN está formado por dos fibras enfrentadas entre sí y que adquieren la estructura de una doble hélice. La forma del ADN le confiere una estructura muy estable.

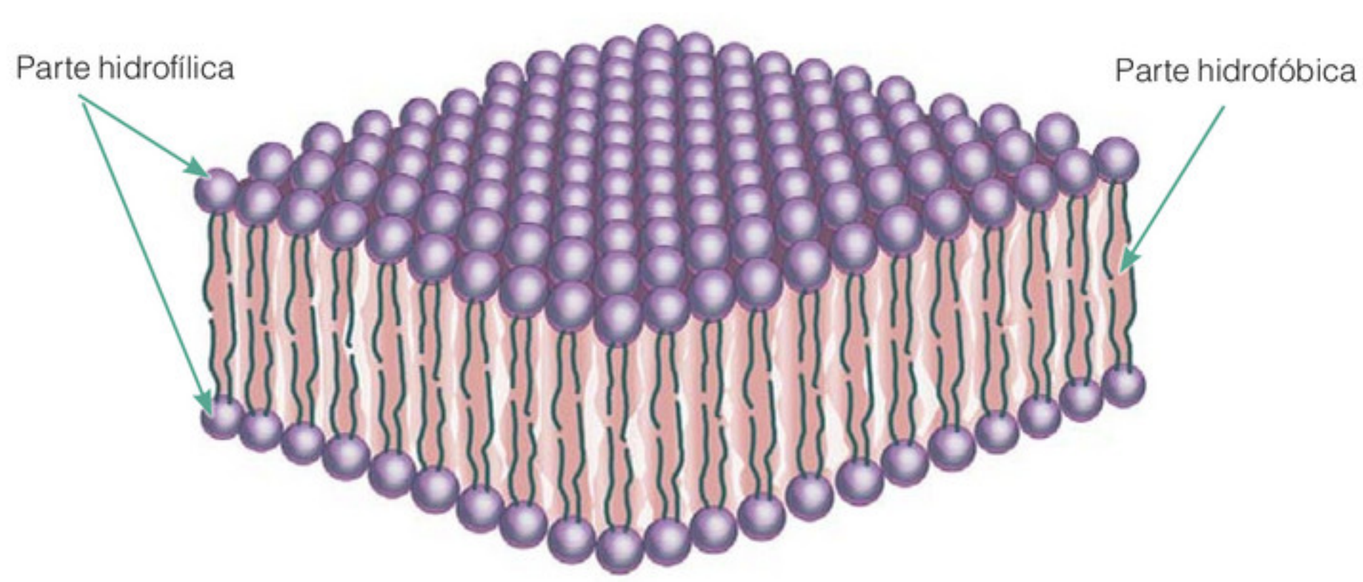
Todos los seres vivos comparten una característica en particular: están formados por células. Pero además, hay otra característica compartida, y es que las células están formadas por el mismo tipo de moléculas: lípidos, hidratos de carbono, ácidos nucleicos y proteínas. A su vez, todas estas moléculas se constituyen como componentes estructurales y funcionales de las células.

▸ Un tipo especial de lípidos, los **fosfolípidos**, tienen un papel muy importante desde el punto de vista estructural ya que forman parte de las membranas celulares. Además, muchas sustancias que producen las células son de origen lipídico o derivadas de lípidos, como el caso de algunas hormonas.

▸ La **celulosa** y la **quitina** son tipos especiales de hidratos de carbono que forman paredes celulares de células vegetales y de células de hongos, respectivamente. La pared celular de las bacterias también está formada por hidratos de carbono, aunque diferentes de los dos anteriores. En ese sentido, se refleja la importancia estructural que poseen estas moléculas. Por otro lado, algunos hidratos de carbono tienen un papel funcional muy importante porque intervienen en reacciones catabólicas que aportan energía a la célula, como el caso de la **glucosa** a través de la respiración celular. Además, hay hidratos de carbono que se encuentran en la membrana cuya función es el reconocimiento entre células.

▸ Los ácidos nucleicos forman parte de la estructura del **ADN**, el material genético que se encuentra en todas las células. A su vez, el ADN regula el funcionamiento celular.

▸ Las proteínas constituyen un grupo de moléculas muy heterogéneo. Algunas tienen forma **globular** y forman parte de la membrana plasmática, regulando el pasaje de sustancias que entran y salen de la célula. Otras, en cambio, son **fibrosas**, es decir que son delgadas y largas. Es el caso de las proteínas que se organizan formando el huso mitótico durante la división celular. En estos casos, la función es primordialmente **estructural**. En cambio, existen proteínas que tienen un papel funcional muy importante. Por ejemplo, hay hormonas que son proteicas o derivadas de proteínas. Dentro de las proteínas que tienen un papel funcional, se encuentran las enzimas. Como mencionamos antes, las enzimas juegan un rol fundamental en las reacciones metabólicas. Los seres vivos obtienen estas moléculas o la materia prima para fabricarlas a partir de la incorporación de los alimentos.



Los fosfolípidos pueden formar dobles capas ya que las partes hidrofílicas (afines al agua) quedan en contacto con los medios acuáticos, y las hidrofóbicas quedan alejadas, ya que rechazan el agua.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

El caso de las enzimas

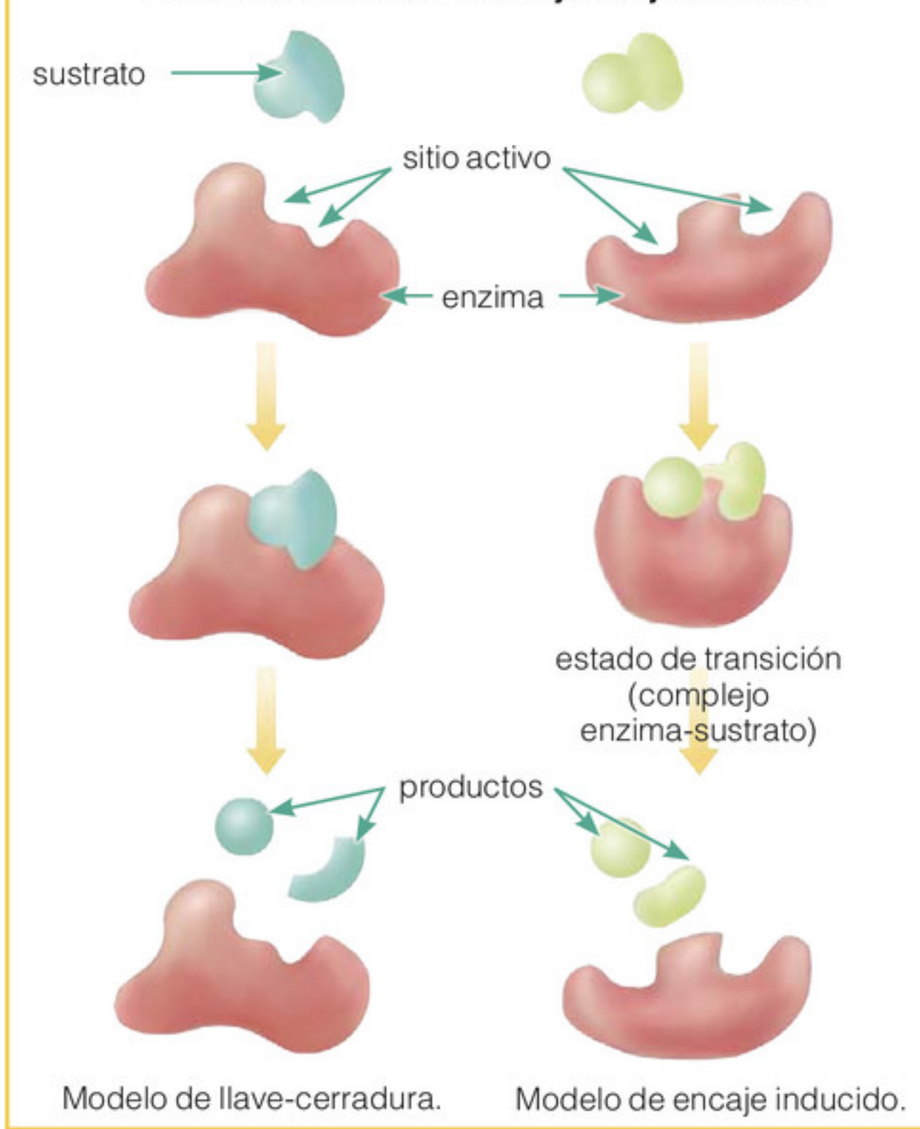
Las enzimas son un tipo particular de proteínas. Tienen un importante papel funcional ya que intervienen en la mayoría de las reacciones químicas que ocurren en el organismo, incluidas la respiración celular, el mecanismo de obtención de energía a partir de glucosa en presencia de oxígeno, y la fotosíntesis, que determina la transformación de energía lumínica en energía química y, por lo tanto, el aporte constante de energía química a los sistemas biológicos.

Las enzimas son **catalizadores biológicos**, ya que aumentan la velocidad a la que ocurren las reacciones químicas, haciéndolas compatibles con la vida. En otras palabras, muchas reacciones químicas ocurren de manera espontánea, pero a una velocidad muy lenta, y las enzimas aumentan esa velocidad de reacción. Las reacciones químicas en las que participan las enzimas se denominan **reacciones enzimáticas**.

Durante las reacciones químicas, las enzimas interactúan de manera específica con determinadas moléculas y las transforman en productos. Que las enzimas sean específicas significa que interactúan con algún sustrato en particular, y no con otros. Por ejemplo, la enzima que durante la respiración celular rompe la molécula de glucosa, solo puede interactuar con la glucosa pero no con otra molécula, como un lípido. Esto es así porque la estructura de la enzima es semejante a la del sustrato: encajan entre sí. El sitio de la enzima donde se une el sustrato se denomina sitio activo. En el **modelo de llave-cerradura** se postula que el encaje entre el **sitio activo** y el sustrato es perfecto, mientras que en el **modelo de encaje inducido** se propone que el sitio activo tiene una forma complementaria muy parecida a la del sustrato, pero se modifica levemente cuando interactúa con este.

Las enzimas no se consumen durante las reacciones químicas, es decir, no se consumen como los sustratos (solo interactúan con ellos), ni aparecen como productos. Por eso, la cantidad de enzima antes y después de una reacción química sigue siendo la misma. Lo que se modifica son los sustratos, que van disminuyendo a medida que se consumen, y los productos, que van aumentando a medida que ocurre la reacción química.

Modelos de llave-cerradura y encaje inducido



Actividades

1. Revisen las reacciones químicas de respiración celular y fotosíntesis.

a. Identifiquen sustratos y productos.

b. Busquen información sobre las enzimas que llevan a cabo estos procesos.

c. Expliquen por qué las enzimas aparecen en estas reacciones. Tengan en cuenta lo que plantearon en las actividades de las páginas anteriores.

d. Realicen un esquema, tomando como referencia el modelo de encaje inducido, sobre lo que sucedería durante la reacción de síntesis de glucosa (fotosíntesis) y la degradación de glucosa (respiración celular).

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Las condiciones necesarias para la acción enzimática

Para que una reacción química ocurra en tiempos que sean compatibles con la vida, no solamente se requiere la presencia de una determinada cantidad de enzimas, reactivos y productos, sino que también es necesario que se cumplan ciertas condiciones bajo las cuales las enzimas pueden actuar.

- **Concentración de sales**: la mayoría de las enzimas son sensibles a altas concentraciones de sal. En estas condiciones, no pueden actuar.
- **Temperatura**: las enzimas pueden trabajar entre ciertos valores de temperatura. Si la temperatura es muy baja, la enzima disminuye su actividad, mientras que si es demasiado alta, se daña. Según la temperatura, el daño puede ser irreversible o no.
- **pH**: las enzimas son sensibles al grado de acidez del medio. Por ejemplo, las enzimas presentes en el estómago funcionan correctamente si el medio es ácido, mientras que las enzimas presentes en la saliva funcionan si el medio es neutro. Si se modifica el pH del medio, la enzima deja de funcionar y, en algunos casos, se pueden producir daños irreversibles.

Para conocer más

Díaz, A., *Biotecnología en todos lados*, Buenos Aires, Siglo XXI, 2014.

Poilane, L., *El libro del amante del pan,* Madrid, Ed. José J. de Olañeta, 2005.

Actividades experimentales

La acción enzimática de la catalasa

La catalasa es una enzima presente en las células del hígado, y transforma el agua oxigenada en agua y oxígeno. Como en la reacción química se libera el gas oxígeno, la producción de burbujas puede interpretarse como una evidencia de que la enzima está actuando. La siguiente experiencia tiene como objetivo observar cómo influye la temperatura en la actividad de esta enzima.

Necesitan:

- 6 tubos de ensayo
- 3 gradillas
- trocitos de hígado de igual tamaño
- agua oxigenada
- pipeta o recipiente para medir volúmenes de 5 mℓ
- recipientes con agua a 36 °C y 100 °C, en donde se puedan colocar las gradillas con los tubos de ensayo
- heladera
- marcador indeleble

Paso 1. Armen 6 tubos de ensayo de acuerdo con el cuadro y colóquenlos en la heladera o en los recipientes con agua a distinta temperatura, según el caso.

Paso 2. Observen lo que ocurre en cada tubo y regístrenlo.

1. Respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Cuáles son los sustratos y los productos en esta reacción química?

b. ¿Por qué para cada temperatura se coloca un tubo con agua oxigenada y otro con agua común?

c. ¿En cuál de los tubos observaron mayor producción de burbujas? ¿A qué se debe?

d. ¿Cuáles creen que son las mejores condiciones en las que actúa esta enzima? ¿Por qué?

	Trocitos de hígado	Agua oxigenada	Agua común	Temperatura
Tubo 1 A	3	5 mℓ		4 °C (heladera)
Tubo 1 B	3		5 mℓ	4 °C (heladera)
Tubo 2 A	3	5 mℓ		Baño de 36 °C
Tubo 2 B	3		5 mℓ	Baño de 36 °C
Tubo 3 A	3	5 mℓ		Baño de 100 °C
Tubo 3 B	3		5 mℓ	Baño de 100 °C

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

La historia del pan en el arte

Una de las expresiones de las distintas culturas del mundo es la alimentación. Las **tradiciones alimentarias**, entendidas como un conjunto de prácticas que incluyen la manera de preparar los alimentos, de cocinarlos, de comerlos, de servirlos y de compartirlos, forman parte de la cultura de los pueblos. Las tradiciones alimentarias, a su vez, se ven influidas por la disponibilidad de materias primas en un determinado lugar, así como por las distintas maneras que conocen las personas para manipularlas.

Un modo de aprovechar y manipular determinadas materias primas es a través del uso de microorganismos, como las levaduras. Debido al proceso de fermentación que estos microorganismos llevan a cabo, se han utilizado en la elaboración de distintos alimentos y bebidas, como el pan, el vino y la cerveza. Por eso, podemos decir que las levaduras y la manera de utilizarlas han influido en las tradiciones alimentarias de muchos pueblos del mundo. Más allá de las diferencias, ¿conocen algún lugar en donde no se prepare o no se consuma pan o sus derivados? ¿Sabían que la cerveza ya era preparada por los antiguos egipcios?

Podemos pensar todavía un poco más allá acerca de la influencia de estos seres vivos en la cultura: a lo largo de la historia de la humanidad, en muchas obras de arte, como grabados y pinturas, quedaron plasmadas las tradiciones alimentarias bajo la forma de aquellos alimentos y bebidas que solo las levaduras, junto con la mano de los seres humanos, son capaces de producir.

Edouard Manet, *At the cafe* (1878).

Johannes Vermeer, *La lechera* (1657-1658).

Cosecha de cereales, en la tumba de Menna (1422-1411 a.C.).

Actividades

1. Investiguen acerca de la Biotecnología.

a. ¿Cómo se define esta ciencia?

b. ¿Cuándo se considera que comenzó a utilizarse?

c. ¿Podríamos decir que los egipcios, al preparar cerveza hace miles de años, ya habían "inaugurado" la Biotecnología? ¿Por qué?

d. ¿Qué relación encuentran entre la Biotecnología y las tradiciones alimentarias? ¿Y entre las tradiciones alimentarias y el arte?

e. ¿Por qué dirían que la Biotecnología influye en un arte como la pintura?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

1. ¿Qué tipo de reacciones involucra el metabolismo celular? Describan cada una de ellas.

2. Reúnanse en pequeños grupos y analicen cada situación. Expliquen el porqué de lo que se afirma en cada una de ellas.

a. Cuando se prepara una ensalada de frutas o una ensalada con tomate y se agrega azúcar o sal, respectivamente, al cabo de cierto tiempo puede observarse que hay más líquido que antes del agregado de los condimentos.

b. Los buenos asadores saben que para salar la carne, primero hay que esperar que esté bien cocida su superficie.

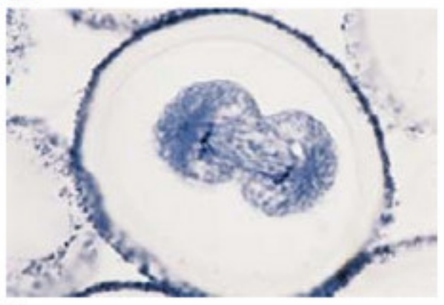
c. Los moluscos, como las babosas y los caracoles, cuando están en contacto con mucha cantidad de sal, mueren por deshidratación.

d. Al hervir hortalizas en agua salada, luego de la cocción, estos vegetales tienen un sabor más salado.

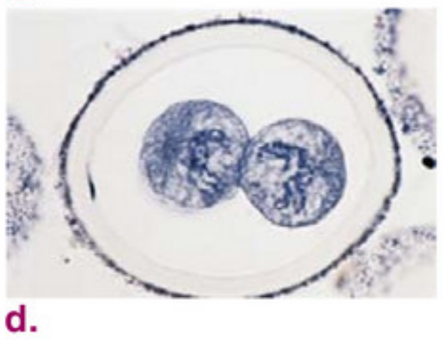
e. El tamaño de las ciruelas en compota es mayor que antes de estar preparadas de esta manera.

3. Observen estas microfotografías electrónicas y reconozcan las distintas etapas del proceso de mitosis. Describan lo que sucede en cada una de ellas.

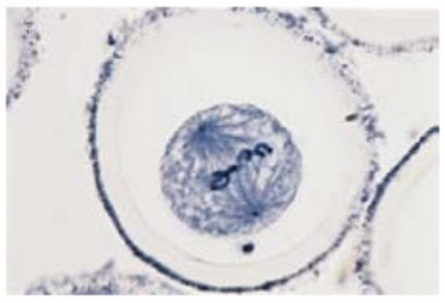
a.



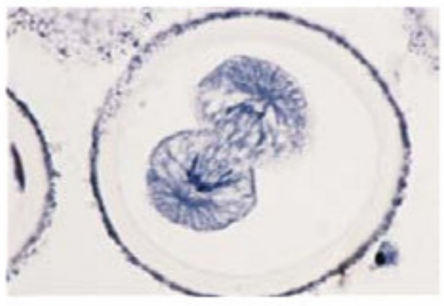
b.



c.



d.



4. Discutan la siguiente frase: ¿están de acuerdo con ella? ¿Por qué?

Los modelos explican una parte de la realidad, pero no lo son.

5. Indiquen cuál es el proceso que está involucrado en la siguiente situación.

Los eritrocitos o glóbulos rojos viven 120 días y, por lo tanto, el cuerpo los produce constantemente.

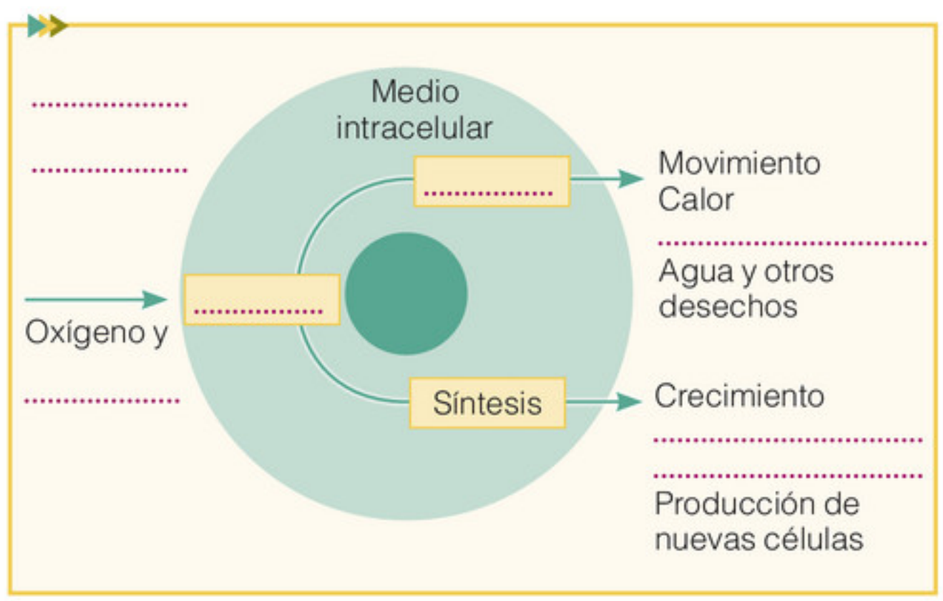
6. ¿Qué tipos de procesos representan los siguientes esquemas? ¿Por qué?

Esquema A:

Esquema B:

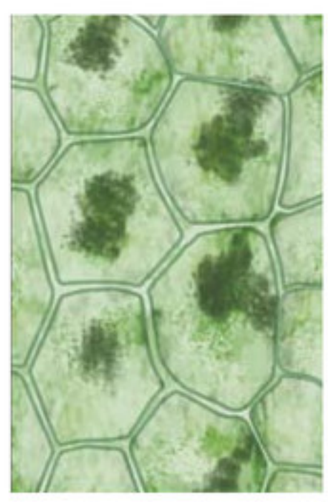
7. Completen el esquema con los siguientes conceptos:

medio extracelular ◆ nutrientes ◆ metabolismo
degradación ◆ dióxido de carbono
reparación de heridas ◆ producción de sustancias



8. Establezcan semejanzas y diferencias entre la difusión simple, la ósmosis y la difusión facilitada.

9. Observen las siguientes imágenes de células vegetales vistas al microscopio:



a. ¿Qué fenómeno se está representando? ¿Cómo se dieron cuenta?

b. ¿Por qué ocurre?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

El cuerpo humano como sistema

3

Contenidos

> El cuerpo como sistema abierto e integrado
> Funciones biológicas
> Alimentos y nutrientes
> Sistema digestivo
> Sistema circulatorio
> Sistema respiratorio
> Sistema excretor
> La función de nutrición en la adolescencia

Al terminar su clase de patín artístico, Pilar se siente agotada; toma una toalla y tapa su rostro con ambas manos. Se sienta y se queda allí inmóvil por un par de minutos. Su entrenadora se acerca y le consulta: "¿Te sentís bien, Pilar?". "Sí", responde ella, "estoy muy agitada y siento que el corazón va a salirse de mi cuerpo". "Tranquila, Pilar, tus órganos están respondiendo en función de tus necesidades, a la demanda de energía durante el entrenamiento". Pilar estaba preocupada porque esa noche tenía una fiesta y temía no poder recuperarse. ¿Por qué estaba tan fatigada? ¿Qué estaba ocurriendo en su cuerpo? ¿Realmente era normal esto? Los temas desarrollados en este capítulo te permitirán responder estos y otros interrogantes con relación al funcionamiento del cuerpo.

Contenido digital adicional

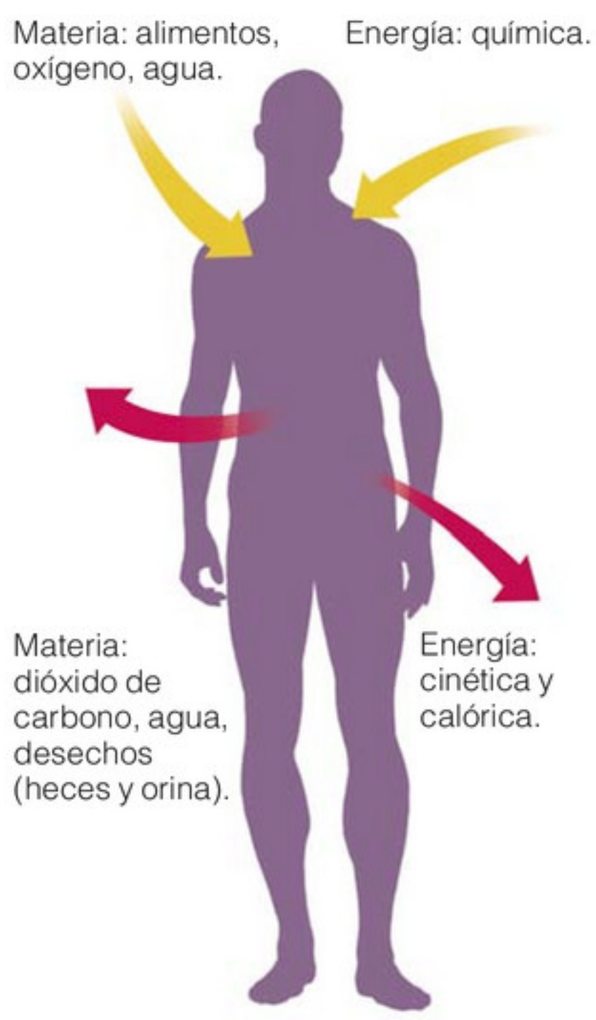
www.tintaf.com.ar/
NBIO2C3

EN ESTE CAPÍTULO...

Se explican las funciones de los sistemas del cuerpo humano relacionados con la nutrición, cómo actúan esos sistemas y cómo se relacionan entre sí. También, se hace referencia a la función de nutrición durante la adolescencia.

El cuerpo humano es un sistema integrado

Al observar un partido de básquetbol, vemos que los jugadores corren, saltan y pican la pelota. Agitados, levantan la mano y buscan con la mirada a quién le pasará la pelota. En esta situación, como en tantas otras de nuestra vida cotidiana, es evidente que participan los huesos, los músculos y las articulaciones, y también se puede observar que en estos jugadores aumentan la frecuencia respiratoria y la frecuencia cardíaca, acciones que les permiten incorporar más oxígeno en el cuerpo y distribuirlo a través de la sangre más rápido a los músculos. Todo esto ocurre de modo efectivo y coordinado, porque el cuerpo funciona como un sistema.



El cuerpo humano intercambia materia y energía con el medio.

Si buscamos en el diccionario el término **sistema** encontramos la siguiente definición: "Conjunto de cosas que ordenadamente contribuyen a determinado objetivo". Cada componente del sistema tiene una característica y una función que le son propias, pero al formar parte de un sistema todos tienen una función en común que es la de alcanzar el objetivo del sistema que integran. Por eso, los elementos que forman un sistema están relacionados entre sí. Si uno de los componentes de este sistema se altera o deja de funcionar, esto afecta todo el conjunto de componentes. Por ejemplo, el sistema eléctrico de iluminación de una casa está formado por cables que conducen la electricidad, interruptores que habilitan o deshabilitan el paso de la electricidad, las lamparitas y distintos artefactos eléctricos. Si alguno de estos componentes deja de funcionar o lo hace defectuosamente, se altera el funcionamiento general del sistema. Por ejemplo, si se rompe el interruptor de una habitación, tendremos electricidad en la casa pero no podremos encender la luz de esa habitación, por lo tanto el objetivo "iluminar" el ambiente de ese sistema no se puede cumplir.

Los sistemas se pueden clasificar según el intercambio de materia y energía que realizan con el medio que los rodea. De acuerdo con esto, los sistemas pueden ser abiertos, cerrados o aislados. Los **sistemas abiertos** intercambian materia y energía con el medio; por ejemplo, los seres vivos. Los **sistemas cerrados** solo intercambian energía; por ejemplo, aunque las botellas se mantengan en la heladera portátil, luego de un determinado tiempo la bebida no se mantendrá fresca. Mientras las botellas permanezcan cerradas y sin ser utilizadas, solo intercambian energía con el entorno. En los **sistemas aislados** no se produce ningún tipo de intercambio con el medio que los rodea; por ejemplo, apenas colocada el agua en un termo muy bien cerrado, durante un corto período la temperatura y la cantidad del líquido se conservan independientemente del medio externo.

El cuerpo humano es un sistema abierto e integrado. Es **abierto** porque intercambia constantemente materia y energía con el medio, y es **integrado** porque está formado por diferentes sistemas. Cada sistema está formado por órganos que se relacionan entre sí realizando intercambio y transporte de materia y energía. Los órganos, a su vez, están formados por diferentes tejidos, y cada uno de ellos, por agrupaciones de células.

Actividades

1. Escriban un ejemplo de cada tipo de sistema: abierto, cerrado y aislado.

2. ¿Por qué el cuerpo humano es un sistema abierto e integrado?

3. ¿Conocen otros organismos que sean un sistema abierto e integrado? ¿Cuál o cuáles?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Las funciones biológicas

Todos los sistemas y órganos que forman el cuerpo humano están relacionados y dependen uno de otro para cumplir con su objetivo, es decir, el mantenimiento de la vida. Para alcanzar dicho objetivo, el organismo humano realiza tres funciones biológicas: nutrición, relación y reproducción.

▸ **Nutrición**: esta función permite que el organismo incorpore y transforme materia y energía. Participan en ello el sistema digestivo y el respiratorio. Se incluye en esta función el transporte de sustancias hacia las células y la eliminación de desechos, tarea que realizan el sistema circulatorio y el excretor.

▸ **Relación**, **coordinación** y **control**: para que el cuerpo humano funcione correctamente deben mantenerse estables sus condiciones internas, las cuales pueden alterarse por factores internos o externos. Por ejemplo, el sistema nervioso y el sistema endocrino son los encargados de ejercer el control para que ese equilibrio interno no se desestabilice. Cada uno de estos sistemas responde a un mismo objetivo, pero de distinta forma.

▸ **Reproducción**: permite asegurar la continuidad de la especie y las características que le son propias a través de la descendencia.

Alimentos de origen animal.

Alimentos de origen vegetal.

Alimentarse no es lo mismo que nutrirse

Alimentarse, comer y nutrirse no son sinónimos. Muchas personas asocian el estar bien alimentado a incorporar gran cantidad de comida y saciar el hambre, sin considerar qué tipo de alimentos incorporan o si la cantidad y calidad de esos alimentos son las adecuadas para su organismo. Para comprender esta diferencia conviene definir cada término.

Comida es todo aquello que se ingiere o se incorpora al organismo, haya tenido un proceso de elaboración o no, por ejemplo un plato de fideos. La comida está compuesta por un conjunto de sustancias alimenticias; esto quiere decir que con la acción de comer y beber se incorporan alimentos.

Los **alimentos** son las sustancias que le proporcionan al organismo la materia y energía necesarias para cumplir con sus funciones biológicas, además de formar y reponer estructuras. Están compuestos por moléculas complejas, como las proteínas, los hidratos de carbono y los lípidos, que deben ser digeridas para transformarlas en moléculas más sencillas y así obtener sus **nutrientes** y que sean usados por la célula en su metabolismo. Además, aportan componentes más sencillos, como vitaminas, minerales y agua.

Los **hidratos de carbono** son la principal fuente de energía para el organismo, y cumplen función estructural y de reserva energética. Son de origen vegetal, ya que se producen en el proceso de fotosíntesis, pero se los puede encontrar tanto en los alimentos de origen vegetal como de origen animal.

Las **proteínas** son necesarias para la construcción del organismo y su crecimiento, y para la reparación y renovación de tejidos. También cumplen funciones enzimática, hormonal, de transporte, de defensa y contráctil. El mayor aporte de proteínas lo dan los alimentos de origen animal.

Los **lípidos** constituyen la energía de reserva del organismo, actúan como aislante térmico, y forman parte de estructuras y hormonas.

Actividades

1. Respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Para qué comemos?

b. ¿Por qué la nutrición es una función biológica?

c. ¿Cuál o cuáles son las diferencias entre comida, alimento y nutrientes? Ejemplifiquen.

d. ¿Saciar el hambre es suficiente para nutrirse? Fundamenten.

e. ¿Por qué es necesario que los alimentos sean transformados para ser utilizados por el organismo?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Sistema digestivo

La **ingestión** de alimentos, su transformación o **digestión**, la **absorción** de nutrientes y la **eliminación** de aquellos no absorbidos, son procesos que se realizan en el sistema digestivo con el objetivo de obtener los nutrientes necesarios para el organismo.

El **sistema digestivo** es un largo tubo que comienza en la boca y termina en el ano. Gran parte de este tubo se encuentra plegado sobre sí mismo, lo que permite que ocupe un menor espacio dentro de la cavidad abdominal y, además, al estar plegado, aumenta la superficie para realizar el proceso digestivo.

La digestión de los alimentos comienza en la cavidad bucal y continúa en los distintos órganos que conforman el sistema. Este proceso se produce por un conjunto de transformaciones mecánicas y químicas sobre los alimentos para obtener los nutrientes.

En la **digestión mecánica**, a partir de la masticación, se fracciona el alimento en trozos más pequeños, lo que permite el desplazamiento de los alimentos y favorece el contacto de estos con los jugos digestivos mediante los movimientos peristálticos. La **digestión química**, en cambio, transforma las sustancias complejas que constituyen los alimentos en moléculas más sencillas, a través de reacciones químicas en las que intervienen las enzimas.

La **función de absorción** del sistema digestivo se realiza en las paredes del intestino delgado y consiste en el pasaje de las sustancias nutritivas obtenidas de la digestión de los alimentos a la sangre. De aquí en más, el sistema circulatorio se encargará de la distribución de los nutrientes en el organismo.

El **peristaltismo** es un movimiento que impulsa el alimento a lo largo del tubo digestivo, en dirección hacia el ano, aunque la persona esté en posición vertical o en situación de ingravidez, como les ocurre a los astronautas en el espacio exterior.

Actividades experimentales

¿Qué procesos ocurren en nuestra boca?

Esta experiencia tiene como objetivo simular algunos procesos digestivos que ocurren en la boca.

Necesitan:

- un plato
- un tenedor
- una cuchara
- dos tostadas
- un vaso con agua

Paso 1. Coloquen una tostada en el plato. Luego, con un tenedor rómpanla en pedazos más pequeños. Comparen este proceso con lo que sucede en la boca cuando mastican una tostada.

a. ¿Qué estructura de la boca representa el tenedor?

b. ¿Qué proceso simularon en este paso? ¿Por qué?

Paso 2. Vuelquen un poco de agua sobre la tostada partida. Luego, con la cuchara traten de hacer una pasta, dándole la forma de una esfera.

a. ¿Qué órgano de la boca representa la cuchara?

b. ¿Con qué pueden comparar el agua?

c. ¿Qué proceso simularon en este paso?

Paso 3. Coman una tostada y presten atención a lo que sucede en la boca.

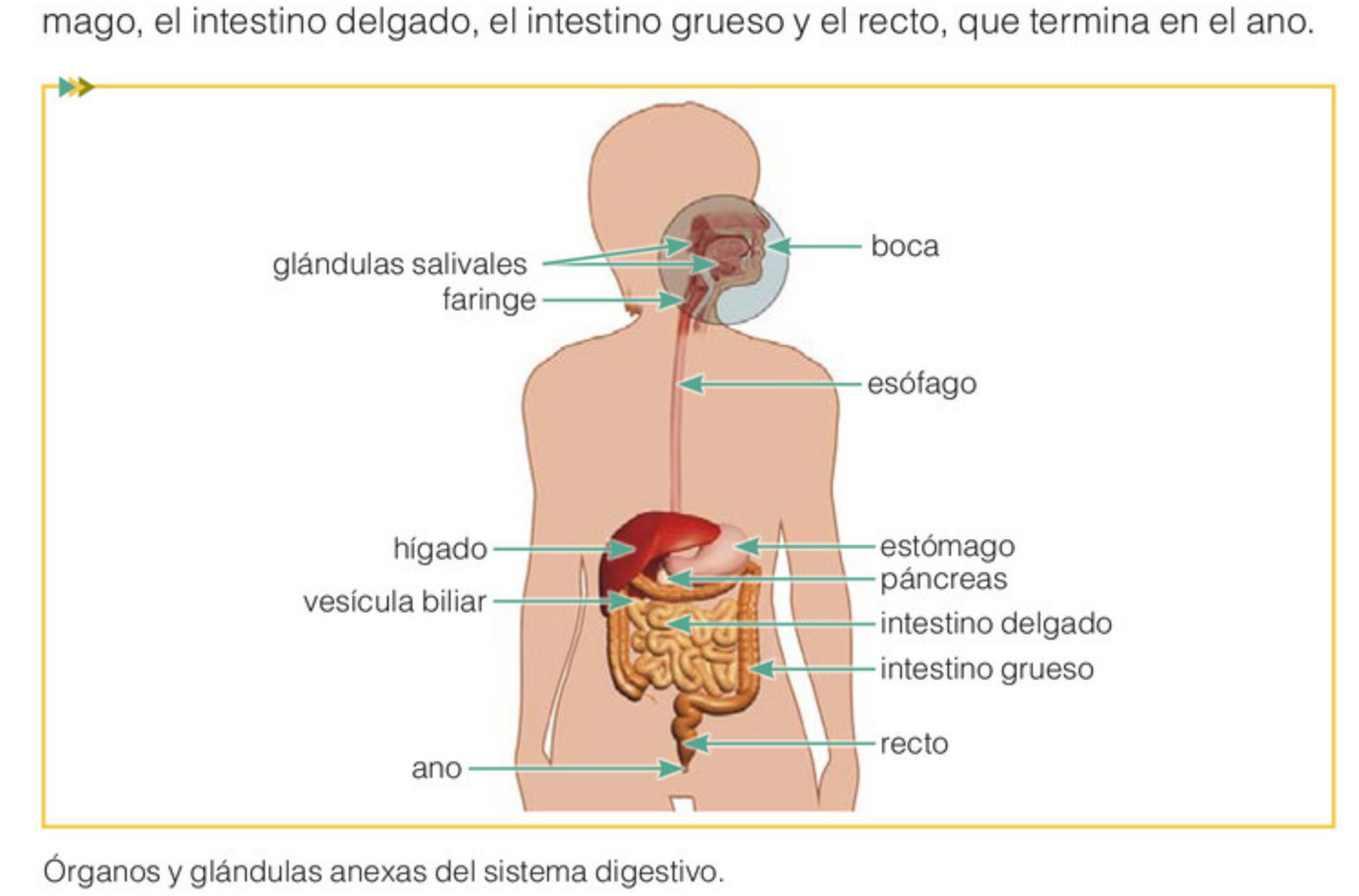
a. ¿Sería más fácil tragar la tostada si no tuvieran dientes ni saliva? ¿Por qué?

b. ¿Qué función les parece que tienen los dientes y la saliva?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Órganos del sistema digestivo

Los órganos del sistema digestivo son la boca, la faringe, el esófago, el estómago, el intestino delgado, el intestino grueso y el recto, que termina en el ano.



Órganos y glándulas anexas del sistema digestivo.

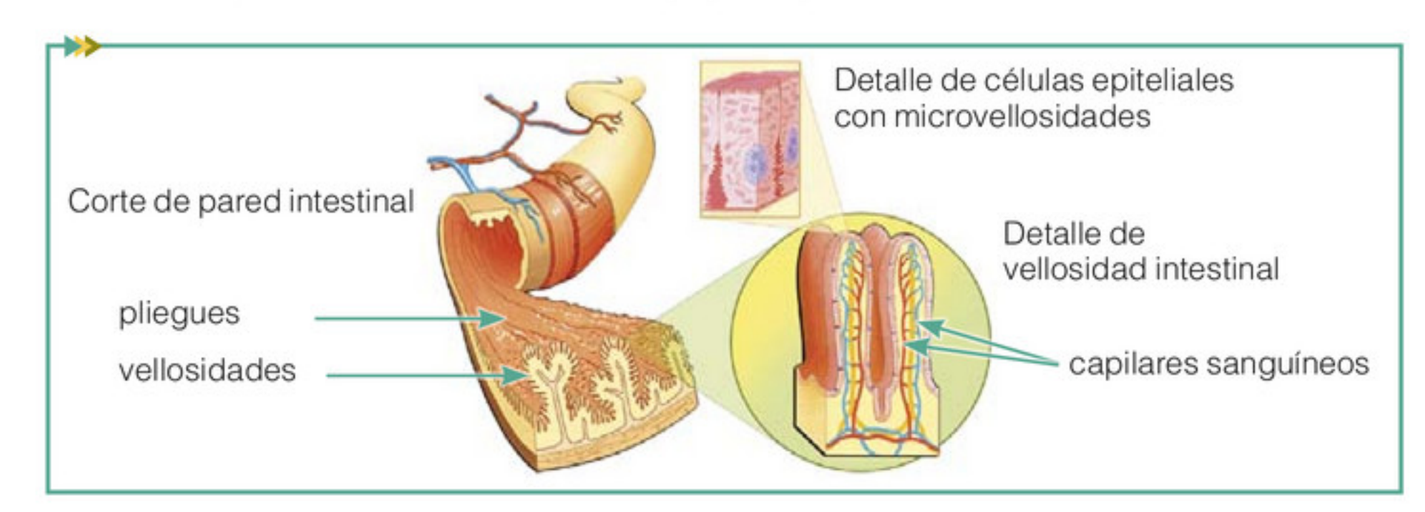
▸ **Boca**: en esta cavidad se encuentran la lengua y los dientes que, junto con la saliva, intervienen en la formación del **bolo alimenticio**. Aquí se realizan la digestión mecánica y la digestión química.

▸ **Faringe**: conducto que comunica la cavidad bucal con el esófago. Además, se comunica con las vías respiratorias.

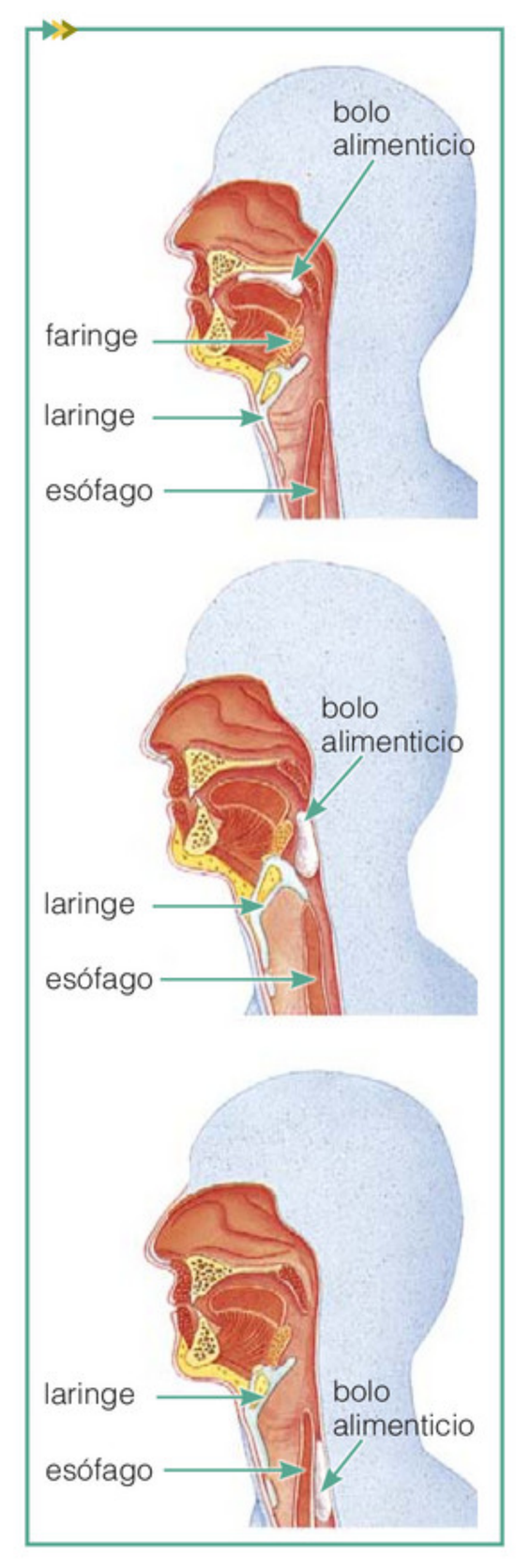
▸ **Esófago**: tubo muscular ubicado detrás de la tráquea que se comunica con el estómago. Sus paredes musculares posibilitan el pasaje del bolo alimenticio al estómago mediante los movimientos peristálticos.

▸ **Estómago**: órgano hueco, formado por varias capas de tejido. Se comunica con el esófago por el **cardias** y con el intestino delgado por el **píloro**.

▸ **Intestino delgado**: tubo extenso de aproximadamente siete metros de largo y tres centímetros de diámetro, que está plegado sobre sí mismo. En él se reconocen tres porciones: el duodeno, el yeyuno y el íleon.



▸ **Intestino grueso**: es la última porción del tubo digestivo. En él se absorben el agua y los minerales, y se transforman los desechos del proceso digestivo en materia fecal. Se reconocen cuatro regiones: ciego, colon, recto y ano.

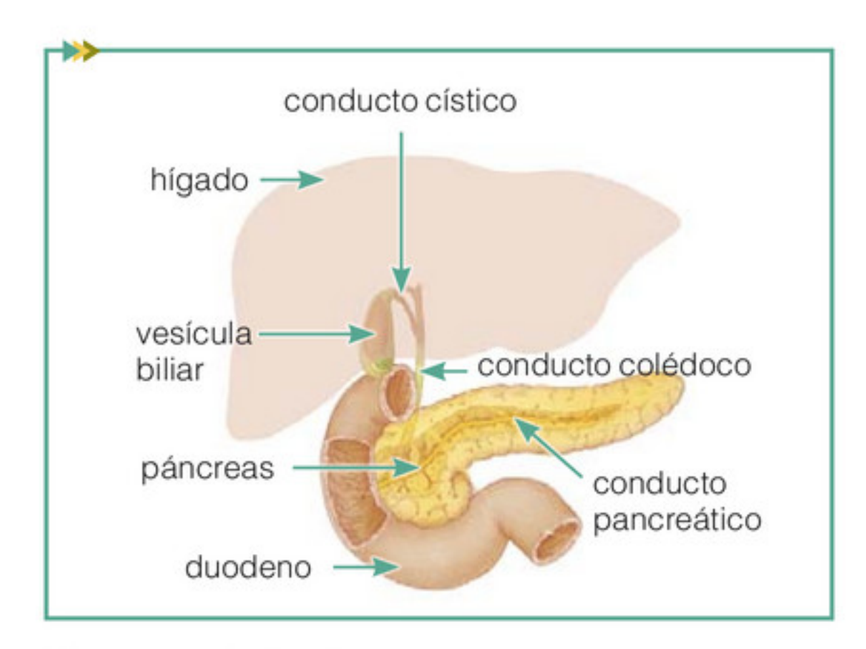


En la deglución, una pequeña membrana, la epiglotis, cierra el paso a las vías respiratorias cuando el bolo alimenticio desciende hacia el esófago.

Actividades

1. ¿Qué les parece que sucedería si el bolo alimenticio continuara su curso por las vías respiratorias?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723



Hígado y vesícula biliar.

Glándulas anexas

Las **glándulas anexas** no son parte del tubo digestivo pero se comunican con él. Las glándulas salivales, el hígado y el páncreas son glándulas anexas. Producen fluidos que contienen enzimas y otras sustancias que intervienen en el proceso digestivo.

Las **glándulas salivales** producen saliva y la secretan en la cavidad bucal. La saliva inicia la digestión química, ya que contiene enzimas específicas que actúan sobre los alimentos que contienen almidón.

El **hígado** produce bilis, que se almacena en la vesícula biliar para luego ser secretada al duodeno a través del conducto colédoco. La **bilis** es un fluido que actúa sobre las grasas: forma una emulsión que favorece la acción de las enzimas. El hígado tiene además otras funciones relacionadas con la nutrición: almacena glucógeno, sintetiza colesterol y triglicéridos, almacena hierro y proteínas, y desintoxica la sangre, entre otras.

El **páncreas** produce jugo pancreático, el cual contiene varias enzimas que participan de la digestión química en el duodeno. También tiene función endocrina, ya que produce hormonas que regulan el nivel de glucosa en la sangre.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Actividades experimentales

Digestión química

La siguiente experiencia tiene como objetivo comprobar la acción de las enzimas en la transformación de los alimentos.
Las enzimas que poseen algunos polvos para lavar ropa son generalmente proteasas, enzimas que catalizan la degradación de productos proteicos, responsables de manchas rebeldes, como las de huevo y sangre. Algunos contienen también lipasas, que catalizan la degradación de materias grasas.

Necesitan:

- polvo para gelatina, preferentemente sin sabor
- agua tibia
- agua fría
- jarra medidora
- 3 cucharas
- 3 vasos de plástico o de vidrio
- jabón en polvo biológico con enzimas (el que se usa para el lavarropas)
- heladera

Paso 1. Disuelvan 3 cucharadas del polvo para gelatina con ¼ litro de agua tibia. Agreguen ¼ litro de agua fría y distribuyan en cantidades iguales el líquido obtenido en los vasos.
Paso 2. Disuelvan dos cucharaditas del polvo para lavar con dos cucharadas de agua. Agreguen el líquido obtenido a uno de los vasos. Mezclen e identifiquen el vaso con una etiqueta.
Paso 3. Agreguen dos cucharadas de agua a otro de los vasos. Identifíquenlo.
Paso 4. Coloquen los tres vasos en la heladera hasta que solidifique (tres horas aproximadamente).
Paso 5. Transcurrido el tiempo, observen los tres recipientes.
1. Respondan las siguientes preguntas.
a. ¿Qué diferencias observan en el contenido de los tres recipientes?
b. El cambio observado, ¿corresponde a un cambio físico o a un cambio químico? ¿Por qué?
c. ¿Cuál les parece que es la causa de estos cambios?
d. ¿Qué permite demostrar el vaso con gelatina al que solo se le agregó agua?

Proceso digestivo

En la **boca** comienza el proceso digestivo. Aquí se producen la **digestión química** y **mecánica** a la vez. Al ingresar a la boca, el alimento es triturado y cortado por la acción de los dientes en fragmentos más pequeños, al mismo tiempo que se produce la insalivación. La saliva contiene la enzima amilasa salival, que actúa de manera específica sobre el almidón (hidrato de carbono) y lo transforma en una molécula más sencilla. Se forma así una masa pastosa, el **bolo alimenticio**, el cual a través de la **deglución** ingresa a la **faringe** y luego desciende por acción de los movimientos peristálticos hacia el **esófago**.

El bolo alimenticio llega al estómago, atravesando el **cardias**. En el **estómago** se produce la digestión química de lípidos y proteínas, a partir de las enzimas presentes en el **jugo gástrico**. Las proteínas son parcialmente digeridas por acción de la enzima pepsina y se obtienen moléculas más sencillas, llamadas péptidos. La lipasa gástrica actúa sobre los lípidos o grasas, y se obtienen ácidos grasos y glicerol. Los alimentos parcialmente digeridos forman una masa semilíquida y ácida, denominada **quimo**, el cual atraviesa el **píloro** e ingresa al duodeno, primera porción del **intestino delgado**.

En el **duodeno** se completa la digestión química de los alimentos por la acción de las enzimas que aportan el jugo intestinal y el jugo pancreático. El **jugo intestinal** contiene enzimas que actúan sobre hidratos de carbono, lípidos y proteínas. El **jugo pancreático** contiene diversas enzimas digestivas que degradan los restos de hidratos de carbono, lípidos y proteínas. Cuando el quimo ingresa al intestino delgado, la **vesícula biliar** se contrae liberando **bilis**, un fluido que se produce en el **hígado** y que actúa como detergente sobre las grasas: permite separar la grasa en pequeñas porciones llamadas **micelas**. De esta manera, facilita la acción de las enzimas específicas.

El quimo cambia su composición y consistencia en su paso por el intestino delgado, por el agregado de los jugos y la acción de las enzimas; por lo tanto, deja de llamarse quimo y pasa a denominarse **quilo**.

Actividades

1. ¿A qué se deben los cambios de consistencia y composición existentes entre el bolo alimenticio y el quilo?
2. Los nutricionistas recomiendan masticar la comida al menos durante 30 segundos para lograr una buena digestión. ¿Cómo afectaría al proceso digestivo la no masticación de los alimentos?
3. Busquen información sobre la hepatitis A y los cálculos biliares.
a. ¿Cómo se producen?
b. ¿Cómo afectan al proceso digestivo?
c. ¿Por qué quienes padecen estas enfermedades deben realizar una dieta específica?

Órgano	Secreta	Enzimas	Actúa sobre	Producto que se obtiene
Glándulas salivales	saliva	amilasa salival	almidón (hidratos de carbono)	maltosa
Estómago	jugo gástrico	pepsina lipasa gástrica	proteínas (polipéptidos) lípidos	péptidos menores ácidos grasos y glicerol
Intestino delgado (duodeno)	jugo intestinal	maltasa lactasa sacarasa proteasa lipasa	maltosa lactosa sacarosa proteínas lípidos	glucosa glucosa glucosa aminoácidos ácidos grasos y glicerol
Hígado	bilis	no contiene	lípidos	lípidos emulsionados
Páncreas	jugo pancreático	amilasa proteasa lipasa	almidón proteínas lípidos	maltosa aminoácidos ácidos grasos y glicerol

Actividad enzimática en el sistema digestivo humano.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

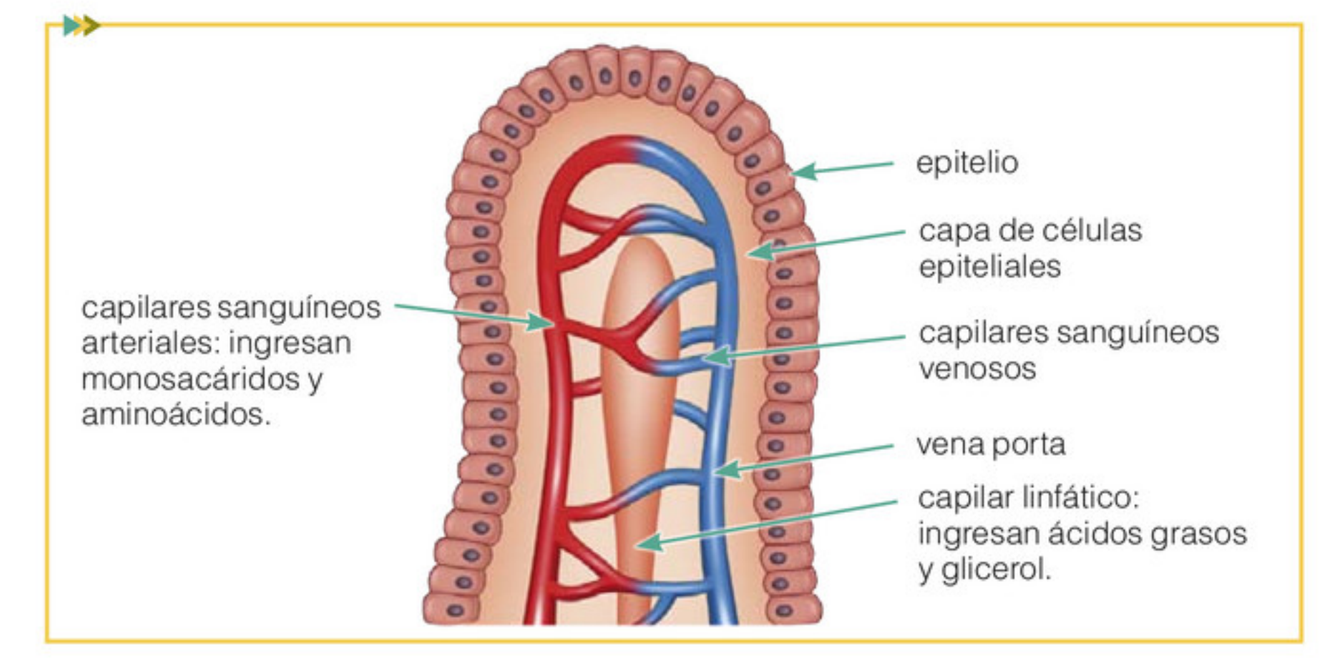
La absorción de nutrientes

Glosario

microbio: nombre genérico que designa los seres organizados solo visibles al microscopio, como las bacterias.

Una vez finalizada la digestión, en el quilo se encuentran los nutrientes obtenidos: monosacáridos, como la glucosa, de la digestión de los hidratos de carbono; ácidos grasos y glicerol, a partir de los lípidos, y los aminoácidos de la degradación de proteínas. Además de agua, minerales y vitaminas.

En el **yeyuno-íleon** se lleva a cabo la **absorción de los nutrientes**, por un proceso de difusión hacia el torrente sanguíneo a través de las delgadas y plegadas paredes del intestino delgado. La superficie interna del intestino delgado está plegada formando **vellosidades intestinales**, que aumentan la superficie de absorción de los nutrientes. En cada vellosidad hay una red de capilares sanguíneos y linfáticos que recogen los nutrientes. El agua, los minerales y las vitaminas ingresan a los capilares sanguíneos de las vellosidades junto con los monosacáridos y aminoácidos. Mientras que los ácidos grasos y el glicerol ingresan a los capilares linfáticos de las vellosidades intestinales. Una vez producida la absorción, los nutrientes son conducidos al hígado para luego ser distribuidos hacia todo el cuerpo.



Proceso de absorción de nutrientes.

Eliminación de desechos: materia no absorbida

Los **materiales no digeridos** o **no absorbidos** son conducidos mediante movimientos peristálticos desde el intestino delgado hacia el intestino grueso. Aquí serán absorbidos la mayor parte del agua y los minerales presentes en el quilo.

En el **intestino grueso** habitan diferentes microbios* que forman la **flora intestinal**, como la bacteria *Escherichia coli*. Estos microbios se nutren de los materiales no digeridos por el organismo, como ocurre con la celulosa, que está presente en los alimentos de origen vegetal. La no digestión de la celulosa se debe a que el cuerpo humano carece de la enzima específica para producir su digestión. Esta característica hace que la relación humano-flora intestinal sea simbiótica, ya que estos microbios se nutren digiriendo lo que el hombre no puede, y liberan vitaminas K y B, que serán absorbidas en la mucosa del intestino grueso y conducidas por la sangre a todo el cuerpo para su aprovechamiento.

La actividad de la flora intestinal más la absorción de agua y minerales modifican la consistencia y composición del quilo, que se torna una masa más sólida denominada **materia fecal**. La materia fecal, conducida por los movimientos peristálticos, se almacena en el **recto** para luego ser eliminada por el **ano**.

Actividades

1. Doña Francisca sufrió una fractura en su brazo y el médico le indicó comer alimentos que le aporten proteínas.

a. ¿Qué alimentos debería ingerir?

b. ¿Qué nutrientes obtendrá de la digestión de esos alimentos?

c. Indiquen dónde serán absorbidos esos nutrientes.

d. ¿Qué relación encuentran entre la ingesta de proteínas y la fractura que presenta doña Francisca?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

"Desayunar como un rey": siete afirmaciones de la ciencia

¿Cuál es el desayuno ideal en la época que nos tocó vivir? Según una frase popular, hay que desayunar como un rey, almorzar como un príncipe y cenar como un mendigo.

Vamos a concentrarnos en el desayuno, que literalmente significa que rompemos el ayuno de la noche. Con un lenguaje menos poético se ha dicho que el desayuno es la comida más importante, que permite enfrentar el día con más energía, y que ayuda a perder peso y a tener una vida más saludable.

Muchísimos estudios recientes muestran que las personas que no desayunan pueden tener problemas inmediatos, por ejemplo, una disminución del rendimiento intelectual, y problemas de largo plazo, como exceso de peso, diabetes o enfermedad cardiovascular.

¿Qué dice la ciencia de todo eso? Continuamente se publican estudios, e investigaciones recientes dicen:

▸ Desayunos con alta proporción de proteínas reducen el consumo de *snacks* durante el día (Universidad de Missouri, 2014).

▸ Quienes desayunan gastan más calorías que quienes no desayunan (Universidad de Bath, 2014).

▸ Niños que desayunan con su familia tienen menor tendencia a ser obesos (Universidad de Agder, 2014).

▸ Adolescentes que no desayunan tienen mayor probabilidad de tener diabetes cuando son adultos (Universidad de Umea, 2014).

▸ Niños que desayunan tienen mejor rendimiento escolar que los que no desayunan (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 2013).

▸ Mujeres que toman un desayuno moderado de bajo índice glucémico se sienten satisfechas por más tiempo (Universidad de Nottingham, 2013).

▸ Hombres que no desayunan tienen 27% mayor riesgo de infarto (27.000 personas seguidas durante 16 años; Universidad de Harvard, 2013).

Aunque la evidencia no es abrumadora, es suficiente para apoyar la idea que es mejor desayunar algo a no desayunar nada. Aunque la composición del desayuno también es importante, lo primero a ser considerado es la cantidad.

¿Qué es entonces un desayuno adecuado? En la nutrición solemos hablar de nutrientes, que es un concepto abstracto. Por ejemplo: cantidad de calorías; porcentaje de proteínas, grasas y carbohidratos; cantidad de fibra, vitaminas y minerales. Aunque todos estudiamos esto en la escuela, la falta de práctica hace que muchos no asocien claramente los nutrientes con los alimentos que los contienen. Así que propongo mencionar directamente a los alimentos: un desayuno que podemos calificar como bueno debería consistir en frutas (fuente de fibra, vitaminas y minerales con pocas calorías), lácteos idealmente descremados, como leche, yogur o queso (fuente de proteínas) y cereales integrales, como pan negro, galletitas o cereales para desayunos integrales, que son fuente de calorías y algo más de fibra.

Pero todo esto, sin olvidar la llave que abre todas las puertas de la nutrición: las cantidades. Una fruta y una rebanada de pan negro con queso descremado es un desayuno fácil, suficiente y balanceado. No llena porque ese no es el objetivo, pero se asociará a mejor control del peso, mejor rendimiento y menor probabilidad de problemas metabólicos, como la diabetes, o cardiovasculares. Dejo librado a la creatividad individual formular 10 desayunos diferentes con esta composición, pero sin hacer trampa con las cantidades.

Fuente: www.clarin.com/buena-vida/nutricion/dice-ciencia-recomendacion-desayunar-rey_0_1319268512 [24/04/2015] (Adaptación).

Actividades

1. En el artículo, el autor plantea tres interrogantes. Identifíquenlos e intenten darles una respuesta.

2. En el último párrafo, el autor desafía al lector. Con la información del artículo periodístico y considerando sus gustos, armen diez desayunos diferentes.

3. Seleccionen tres de los desayunos formulados en el punto anterior e indiquen, en cada uno de los alimentos considerados, los nutrientes que se obtienen.

4. Relacionen las funciones biológicas del ser humano con la importancia de un desayuno adecuado. Especifiquen cómo participa cada uno de los sistemas del cuerpo y en qué los beneficia.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

El sistema circulatorio

El **sistema circulatorio** se encarga de transportar diversas sustancias hacia y desde todas las células del cuerpo. Transporta las sustancias que deben llegar a las células, nutrientes y oxígeno, y las que deben ser eliminadas: dióxido de carbono y desechos. Además, ayuda a mantener la temperatura corporal distribuyendo calor a todo el organismo.

El sistema circulatorio está constituido por el corazón, que impulsa la sangre, y los vasos sanguíneos que la conducen por todo el cuerpo.

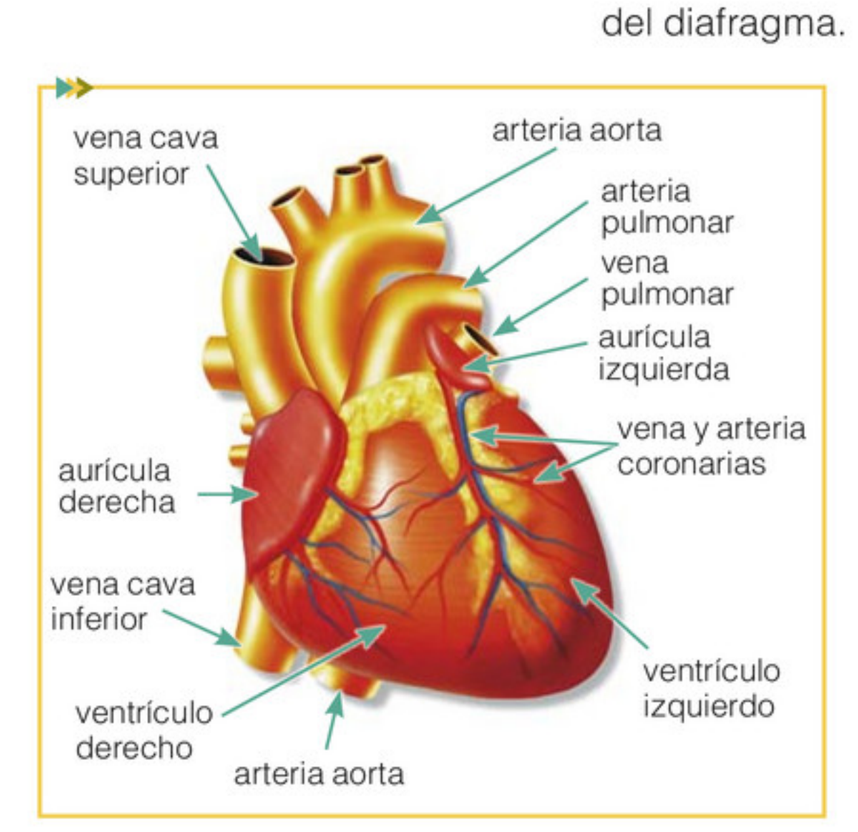
Glosario

carboxigenada: que contiene mayor proporción de dióxido de carbono que de oxígeno.

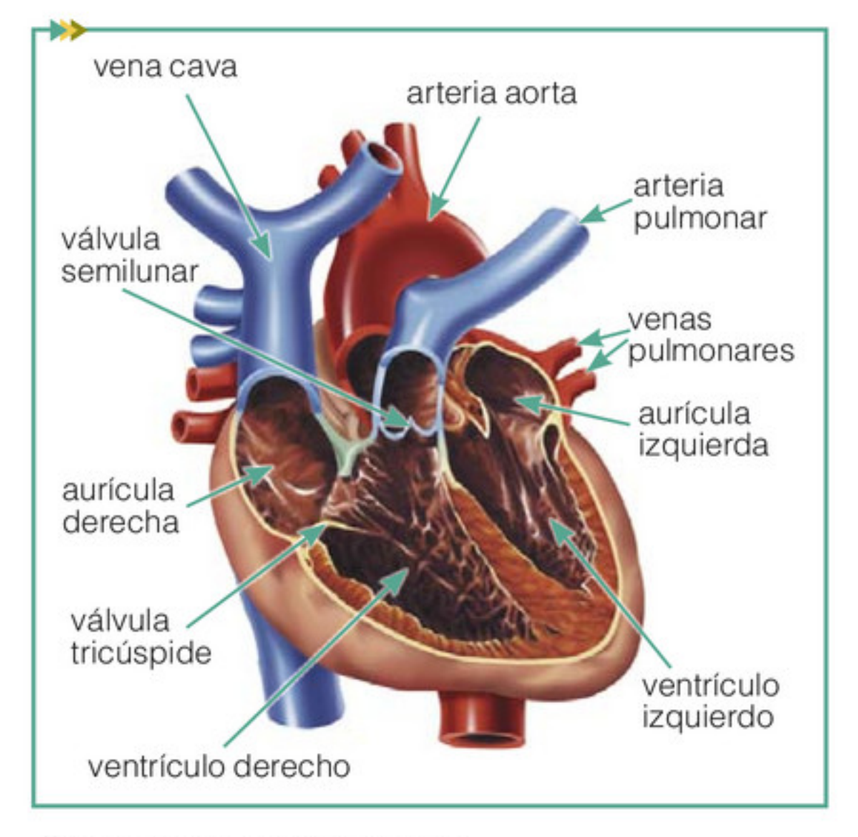
oxigenada: que presenta alta concentración de oxígeno.

El corazón

El **corazón** es un órgano hueco de paredes musculares que se ubica en el centro de la cavidad torácica, entre los pulmones, detrás del esternón y encima del diafragma.



Estructura externa del corazón.



Estructura interna del corazón.

Está formado por cuatro cavidades: **dos aurículas**, ubicadas en la región superior, y **dos ventrículos**, que abarcan la mayor parte del corazón en la región inferior. Los ventrículos presentan mayor desarrollo muscular. En la parte central, el corazón presenta un tabique que separa totalmente las cavidades del lado derecho de las del lado izquierdo, impidiendo que la sangre carboxigenada* que circula por el lado derecho del corazón se mezcle con la sangre oxigenada*, que circula por el lado izquierdo.

La aurícula y el ventrículo de un mismo lado se comunican a través de válvulas que regulan el paso de la sangre. Las **válvulas** son delgadas membranas unidas por cuerdas tendinosas a las paredes cardíacas.

La **válvula auriculoventricular derecha** o **tricúspide** regula el paso de la sangre carboxigenada, mientras que la **auriculoventricular izquierda** o **bicúspide** regula el paso de la sangre oxigenada. Ambas válvulas auriculoventriculares se abren en un solo sentido, descendente, lo cual evita que la sangre retorne a las aurículas.

La **válvula sigmoidea** o **semilunar pulmonar** comunica el ventrículo derecho con la arteria pulmonar, y la **válvula sigmoidea** o **semilunar aórtica** comunica el ventrículo izquierdo con la arteria aorta. Ambas válvulas impiden el reflujo sanguíneo hacia los ventrículos, una vez impulsada la sangre hacia las arterias.

En la estructura del corazón se distinguen tres tejidos: el **pericardio**, tejido fibroso, elástico y resistente que reviste externamente al corazón; el **miocardio** o **músculo cardíaco** que impulsa la sangre y presenta más desarrollo en el ventrículo izquierdo, ya que desde esa cavidad la sangre es impulsada a todo el cuerpo, y el **endocardio**, tejido que reviste internamente las cavidades cardíacas. Las células que forman estos tejidos reciben nutrientes y oxígeno por las arterias coronarias.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Arterias, venas y capilares

Se distinguen tres tipos de **vasos sanguíneos**: arterias, venas y capilares, que conducen la sangre a todo el cuerpo. Se los diferencia por sus características estructurales y por el sentido en que transportan la sangre.

▸ **Arterias**: conducen la sangre desde el corazón hacia todo el cuerpo. Poseen una capa gruesa de tejido muscular, por lo que son muy elásticas. Las principales arterias son: la **pulmonar**, que conduce la sangre carboxigenada desde el ventrículo derecho hacia los pulmones y la **aorta**, que conduce sangre oxigenada desde el ventrículo izquierdo hacia todo el cuerpo.

▸ **Venas**: conducen la sangre desde todo el cuerpo hacia el corazón. Tienen paredes finas con escaso tejido muscular, por lo que son poco elásticas y presentan válvulas que favorecen el retorno venoso. Las **venas cava** conducen sangre carboxigenada, proveniente de todas las células del cuerpo hacia la aurícula derecha, mientras que la **vena pulmonar** trae sangre oxigenada desde los pulmones hacia la aurícula izquierda del corazón.

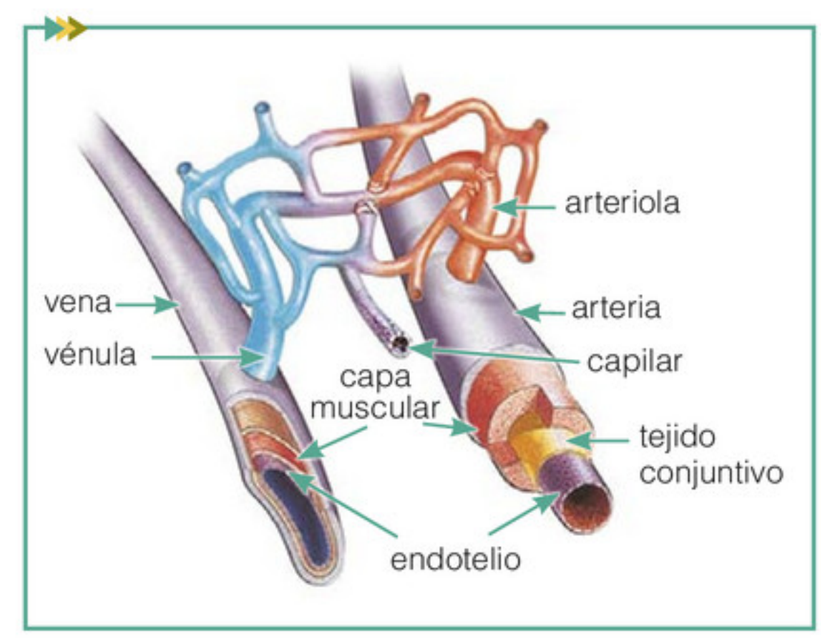
▸ **Capilares**: son vasos sanguíneos de paredes muy delgadas que se disponen formando redes capilares y sirven de conexión entre arterias y venas. Al ser tan delgados, permiten que se realicen los intercambios de oxígeno, nutrientes, dióxido de carbono y desechos a través de sus finas paredes.

La **sangre** es un tejido constituido por 60% de plasma sanguíneo y 40% de células sanguíneas. El **plasma sanguíneo** es la parte líquida de la sangre y está formado por agua, minerales y nutrientes absorbidos en el sistema digestivo. Las **células sanguíneas** son los glóbulos rojos, glóbulos blancos y las plaquetas.

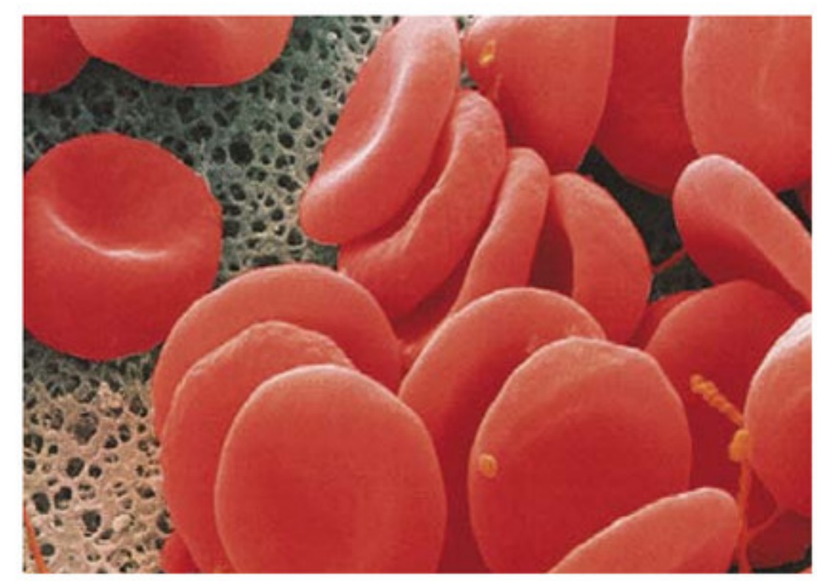
Los **glóbulos rojos** o **eritrocitos** son los más abundantes, entre 4 y 5 millones por cada mm^3 de sangre. Tienen forma de disco bicóncavo y un tamaño de 2,5 micrones. Transportan el oxígeno y el dióxido de carbono. Se originan en la médula ósea y viven alrededor de 120 días. Su color rojo se debe a la **hemoglobina**, molécula que transporta los gases de la respiración.

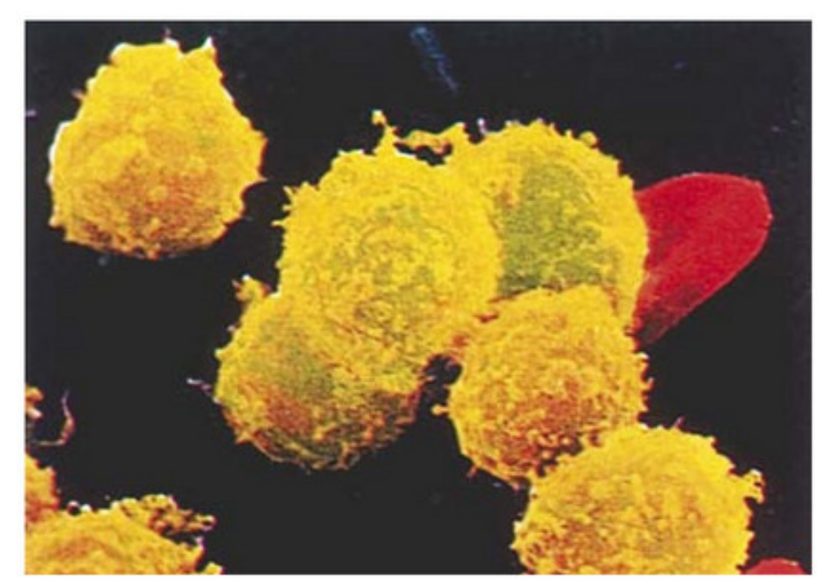
Los **glóbulos blancos** o **leucocitos** protegen al cuerpo de los agentes patógenos capaces de producir una enfermedad. Además, producen **anticuerpos** que generan inmunidad específica para ciertas enfermedades. Tienen forma esférica y un tamaño aproximado de 20 micrones. Son las células menos numerosas en la sangre, entre 6.000 y 9.000 por cada mm^3, pero aumentan considerablemente cuando en el organismo hay una infección.

Las **plaquetas** son fragmentos de célula que se originan en la médula ósea y hay alrededor de 250.000 por cada mm^3 de sangre. Participan de la **coagulación sanguínea**: cuando se produce una herida, forman un "tapón" que favorece la cicatrización.



Esquema comparativo de los vasos sanguíneos.

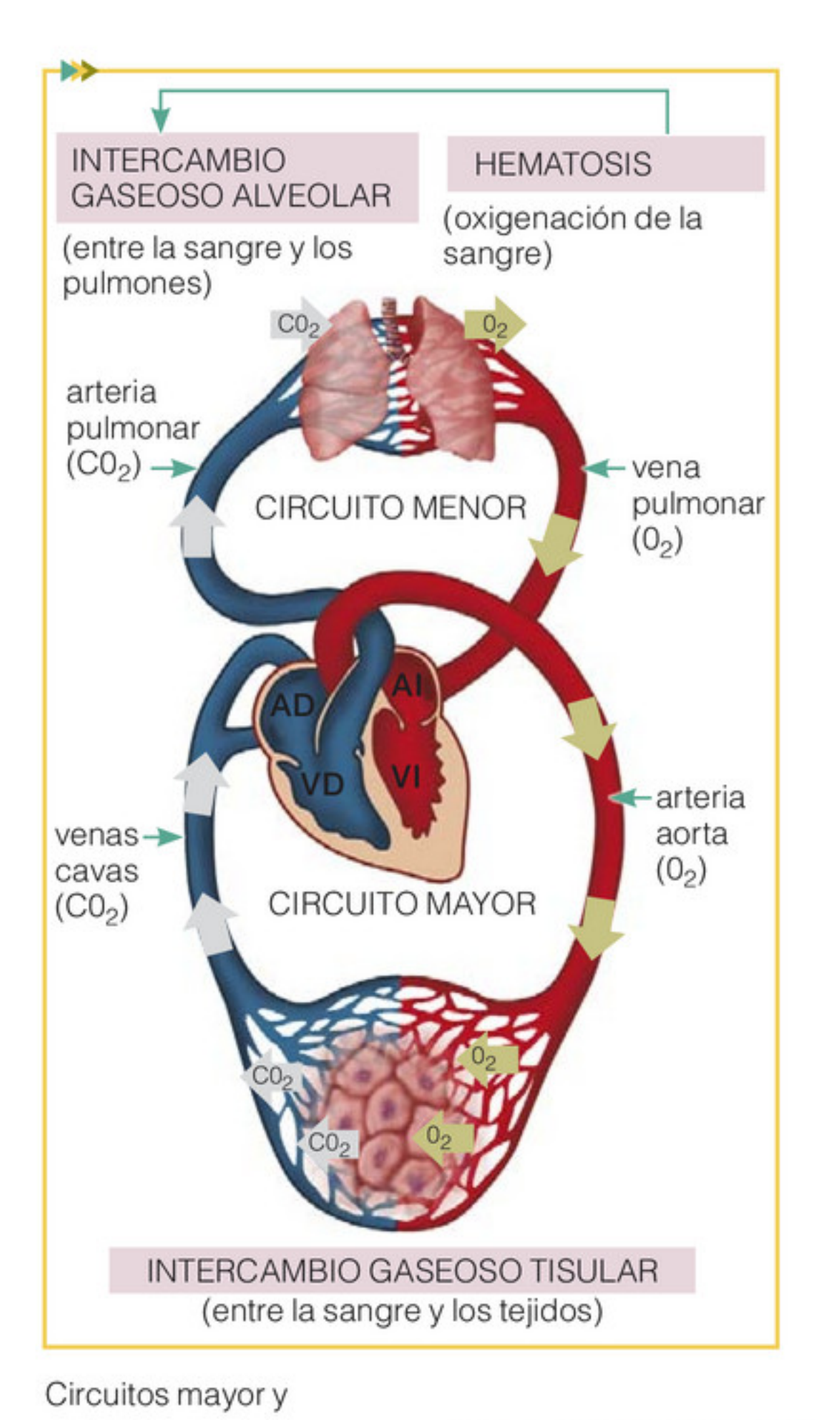

Microfotografía de glóbulos rojos.


Microfotografía de glóbulos blancos.

Actividades

1. ¿Qué recorrido realiza la molécula de oxígeno desde que es incorporada al torrente sanguíneo hasta su utilización en la célula?
2. ¿Dónde se ubican y qué función cumplen las válvulas semilunares?
3. Cuando las válvulas semilunares están abiertas, ¿qué está ocurriendo con la sangre dentro del corazón? ¿Cómo están los ventrículos?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723



Circuitos mayor y menor de la circulación sanguínea en humanos.

Circuitos sanguíneos

La **circulación sanguínea** en los seres humanos, como en todos los mamíferos, es doble, completa, vascular y cerrada. Es **doble** porque describe dos circuitos: el **circuito menor** o **pulmonar** es el recorrido que la sangre realiza desde el corazón hasta el pulmón y luego regresa al corazón, y el **circuito mayor** o **sistémico** es el que la sangre realiza desde el corazón hacia todos los órganos del cuerpo y luego vuelve al corazón para cerrar el circuito. En ambos circuitos, la sangre debe pasar por el corazón dos veces para completar la circulación general del cuerpo.

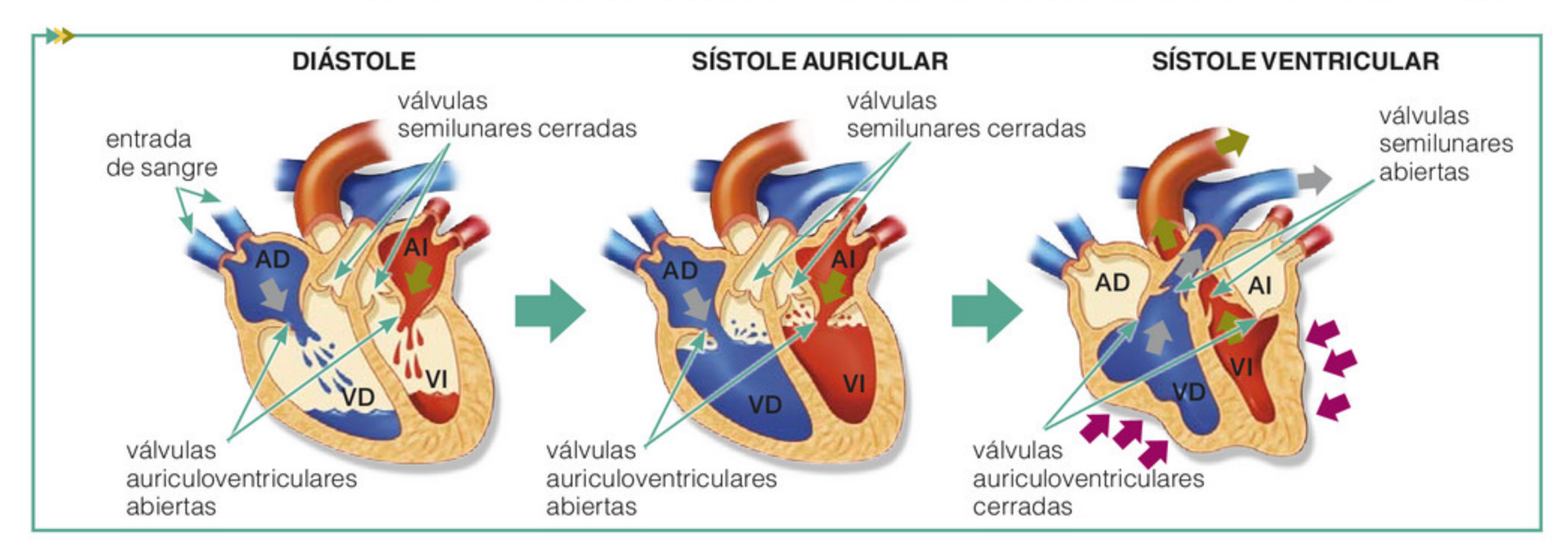
La circulación es **vascular** y **cerrada** porque la sangre siempre circula por vasos sanguíneos y no sale de ellos, y es **completa** porque la sangre oxigenada no se mezcla con la sangre carboxigenada.

En la circulación general, la sangre sale del corazón desde el ventrículo izquierdo por la arteria aorta llevando oxígeno y nutrientes a todas las células del cuerpo. La sangre proveniente de todos los tejidos, rica en dióxido de carbono y desechos, regresa al corazón por la vena cava hacia la aurícula derecha. El corazón la impulsa por la arteria pulmonar hacia los pulmones, donde se produce la **hematosis** o **intercambio gaseoso**. Allí se elimina el dióxido de carbono y se incorpora oxígeno a la sangre, que regresa al corazón por la vena pulmonar a la aurícula izquierda, cerrando el circuito.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Automatismo cardíaco

El corazón tiene la propiedad de latir por sí mismo. Las células del **nódulo sinusal** o **marcapasos natural**, ubicado en el miocardio de la aurícula derecha, producen una descarga eléctrica que da inicio al latido cardíaco, lo que provoca la contracción del miocardio en ambas aurículas, al mismo tiempo que estimula a las células del **nódulo auriculoventricular**, el cual propaga el impulso hacia los ventrículos. Un haz de fibras que recorre el tabique entre los ventrículos recibe el impulso y se produce la contracción de esas cavidades. Cuando el miocardio se encuentra contraído, se dice que el corazón está en **sístole**, y se denomina **diástole** cuando está relajado. Estas contracciones provocan la apertura y cierre de las válvulas cardíacas por diferencia de presión, lo cual permite la circulación en un solo sentido.



El séptimo arte de la mano con la ciencia

Generalmente, asociamos el cine y la ciencia con la ciencia ficción o documentales de cadenas televisivas, pero el séptimo arte ha dado varias muestras de la capacidad de transmitir conocimiento, narrar biografías de científicos y sus descubrimientos, y hacer divulgación científica e historia de la ciencia a través de un guión cinematográfico, así como de la aplicación de la ciencia y la tecnología en la elaboración del film.

En el cine nacional también se han realizado trabajos de la mano de la ciencia y es sobre uno de ellos que les proponemos trabajar: el film *Casas de fuego*, una película de Juan Bautista Stagnaro que se estrenó en 1995 y fue premiada con el Cóndor de Plata, entre otros reconocimientos.

El film relata la vida del médico argentino **Dr. Salvador Mazza**, quien continuó los trabajos de investigación iniciados por el médico brasileño, el **Dr. Carlos Chagas**. Chagas investigó sobre el ciclo biológico y la acción sobre los individuos de un parásito al que denominó *Trypanosoma Cruzi*. En 1912 presentó sus trabajos adjudicándole al parásito una acción directa sobre la glándula tiroides, pero los integrantes de la comunidad científica argentina desestimaron sus trabajos. El Dr. Mazza retoma, años más tarde, esas investigaciones y las profundiza.

La historia se desarrolla durante la década de 1920 en el noroeste argentino, Mazza se traslada allí junto con un grupo de colaboradores y su esposa. En esa región funda la Mepra (Misión de estudios de la patología regional argentina), donde desarrolla sus investigaciones.

Sus trabajos en la Mepra le permitieron a Mazza confirmar el vínculo del parásito con su vector y con la pobreza. Con una impecable ambientación y realismo, esta película muestra el contexto histórico, social y político en el que se desarrollaron las investigaciones que permitieron describir una enfermedad que aún hoy continúa presente en nuestro país: el mal de Chagas.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Actividades

1. Vean el film *Casas de fuego*, investiguen sobre el mal de Chagas y respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Cuál es el microorganismo que produce esta enfermedad? Descríbanlo.

b. ¿Cómo se produce la infección? ¿Cómo se transmite? Esquematicen.

c. En el curso de la enfermedad se distinguen tres etapas: la aguda, la intermedia y la crónica. ¿Qué diferencias hay entre estas etapas?

d. ¿Qué tipo de lesiones produce?

e. ¿Cuál es el período de incubación?

f. ¿A quiénes afecta más y por qué?

g. ¿Existe un tratamiento para la infección chagásica? ¿En qué consiste?

h. ¿Qué posibilidades de curación tienen los niños con infección congénita?

i. ¿Por qué el mal de Chagas es considerado una endemia? ¿Cuáles son las áreas endémicas de la Argentina?

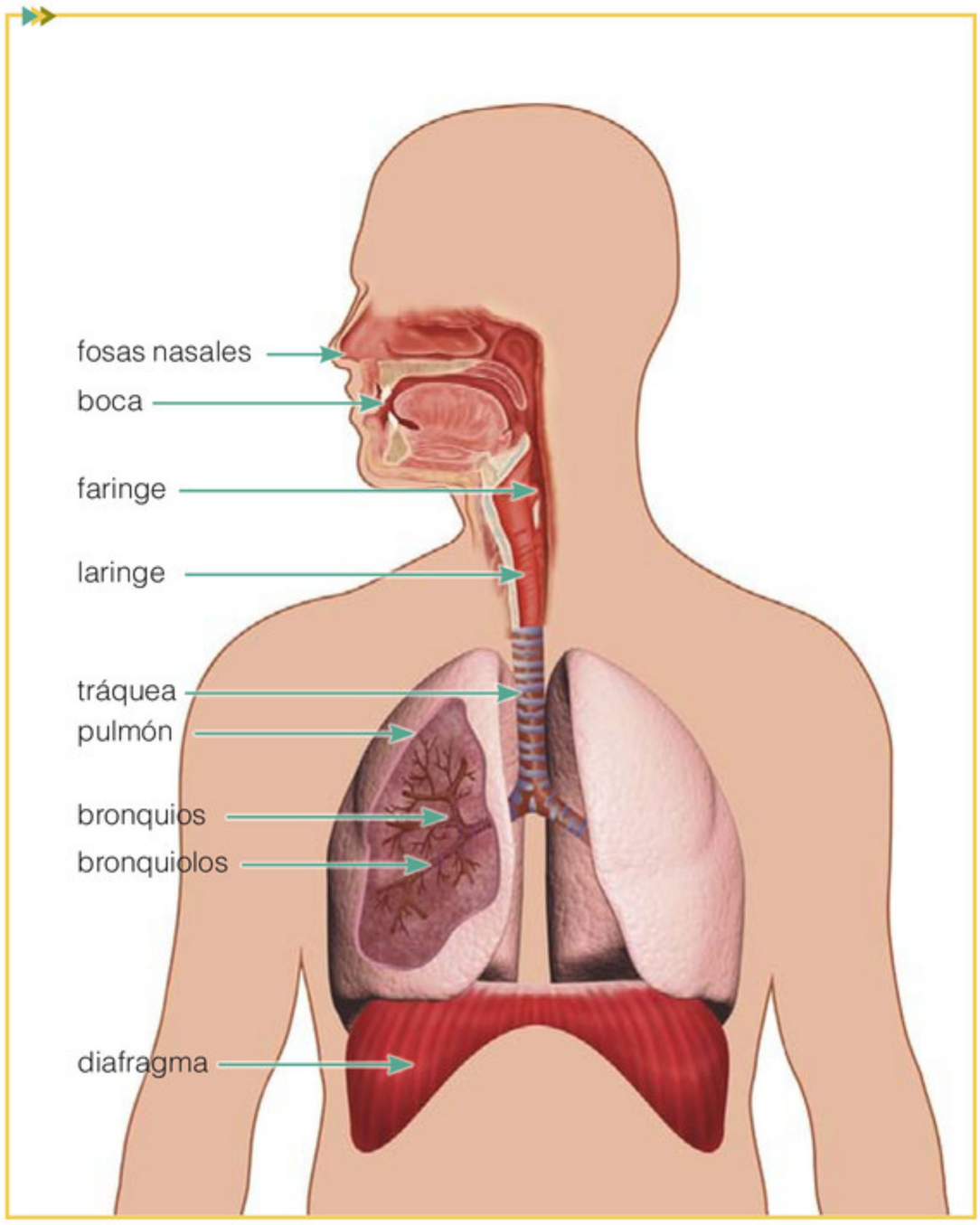
j. ¿Cómo puede prevenirse o controlarse la transmisión?

k. ¿Qué quiere expresar Salvador Mazza cuando dice: "Hay que quemar los ranchos"?

l. En el film, Salvador Mazza expresa: "La pobreza y la ignorancia son las aliadas de este mal". ¿Qué significa esa frase?

m. ¿En qué situación se encuentra la Argentina actualmente respecto de esta enfermedad?

El sistema respiratorio



Órganos del sistema respiratorio humano.

Los órganos del **sistema respiratorio** trabajan en forma sincronizada para cumplir un objetivo: incorporar oxígeno al cuerpo a partir del aire inhalado para realizar la oxidación biológica de los nutrientes en las células y, así, obtener energía. El dióxido de carbono generado en este proceso es eliminado en el aire exhalado, ya que su alta concentración resulta tóxica para el organismo.

Los órganos y estructuras que forman el sistema respiratorio presentan características específicas que garantizan el traslado del aire y el intercambio gaseoso a nivel pulmonar (hematosis).

Las vías respiratorias y el recorrido del aire

En cada inspiración, el aire que ingresa hacia los pulmones debe atravesar una serie de tubos conectados, las **vías respiratorias**. Estos conductos se diferencian, según su ubicación y características, en **vías aéreas superiores** y **vías aéreas inferiores**. Las vías superiores son las fosas nasales, la faringe, la laringe y la tráquea, y las vías inferiores, los bronquios y los bronquiolos.

Fosas nasales: en su interior poseen células ciliadas que filtran el aire y retienen las partículas del polvo y los microbios, los cuales son adheridos al mucus para luego ser expulsados. La mucosa interna de las fosas nasales humedece el aire que ingresa y lo adecua a la temperatura corporal.

Faringe: tubo muscular que este sistema comparte con el sistema digestivo.

Laringe: en ella se encuentra el órgano de la fonación, integrado por las cuerdas vocales.

Tráquea: tubo formado por anillos cartilaginosos que garantiza el paso del aire al mantener siempre abierto el conducto.

Bronquios: resultan de la bifurcación de la tráquea. Están formados por anillos cartilaginosos completos y conducen el aire al interior de los pulmones.

Bronquiolos: cada uno de los bronquios se ramifica en tubos más pequeños, los bronquiolos y estos, a su vez, en bronquiolitos. Estas ramificaciones forman lo que se conoce como árbol bronquial, y aseguran el transporte del aire desde y hacia todo el pulmón.

Alvéolos pulmonares: ubicados en los extremos de los bronquiolitos, son estructuras pequeñas, como bolsitas de paredes muy delgadas, recubiertos por redes de capilares sanguíneos. En estas estructuras se realiza la hematosis.

Actividades

1. Busquen información en enciclopedias o Internet y respondan las siguientes preguntas.

a. El hecho de que los pulmones se encuentren divididos en lóbulos, ¿representa alguna ventaja evolutiva en los mamíferos? ¿Cómo son los pulmones de otros vertebrados?

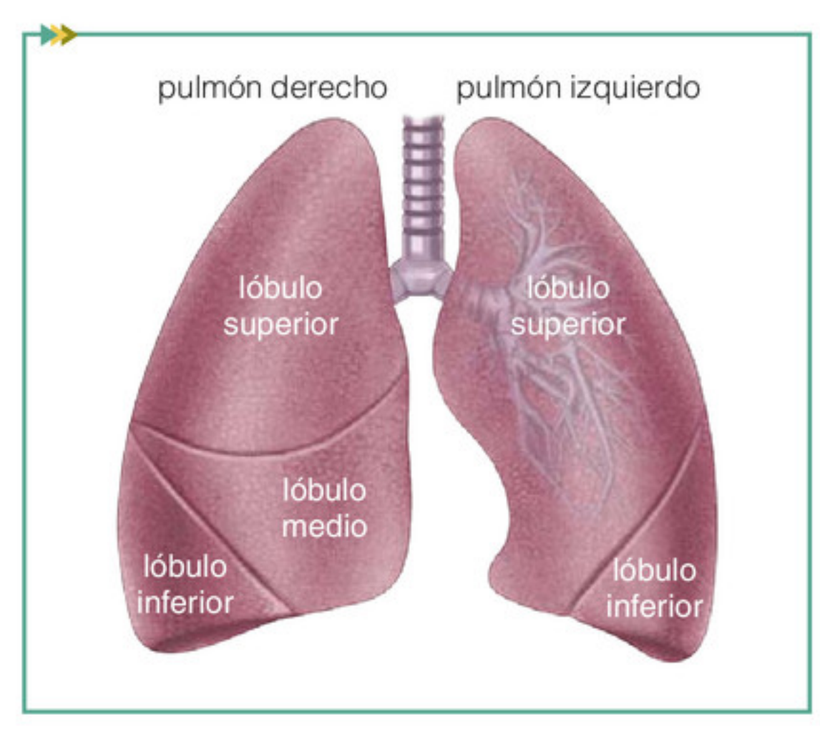
b. En el ser humano el pulmón izquierdo es más pequeño, ¿es igual en los restantes vertebrados pulmonados?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Los pulmones

Los **pulmones** se encuentran ubicados en la cavidad torácica a ambos lados del corazón. Son órganos en forma de cono y de consistencia esponjosa. Alrededor de los pulmones se identifica una membrana resistente y elástica que los rodea y protege: la **membrana pleural**.

Cada uno de los pulmones presenta divisiones o **lóbulos**. En el pulmón derecho se individualizan tres lóbulos pulmonares, mientras que en el pulmón izquierdo solo se observan dos. El menor tamaño del pulmón izquierdo se debe al espacio ocupado por el corazón. La **capacidad pulmonar total** varía según la edad, el sexo, el tamaño corporal, la actividad física y el estado de salud. En los adultos, esta capacidad oscila entre 5 y 6 litros.



Lóbulos pulmonares.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Actividades experimentales

El pulmón

Esta experiencia tiene como objetivo identificar y describir las características y las diferentes estructuras del pulmón.

Necesitan:

- pulmón de vaca
- bandeja
- pinza de punta ancha
- cuchillo o bisturí
- tubos plásticos de diferentes diámetros
- guantes de látex

Paso 1. Describan externamente el pulmón. Indiquen aspecto, color, tamaño, consistencia y todas las características externas que consideren necesarias para completar la descripción.

Paso 2. Identifiquen los lóbulos pulmonares, la tráquea, los bronquios y los anillos cartilaginosos que los componen. Descríbanlos.

Paso 3. Con ayuda de la pinza, retiren la piel que recubre al pulmón. ¿Qué aspecto tiene? ¿Cuál es su función? ¿Cómo se denomina?

Paso 4. Esquematicen todo lo observado y referencien en los esquemas las estructuras identificadas.

Paso 5. Introduzcan en uno de los bronquios el tubo plástico de mayor diámetro. Soplen a través de ese tubo y observen. ¿A qué se deben los cambios en consistencia y color? ¿Todo el pulmón se expande? ¿Por qué?

Paso 6. Realicen un corte transversal en el pulmón e identifiquen las estructuras internas: bronquiolos y bronquiolitos. Descríbanlas.

Paso 7. Repitan el paso 5, pero esta vez háganlo desde un bronquiolito. Esquematicen todo lo observado.

Movimientos respiratorios

El ingreso y egreso del aire de los pulmones se realiza mediante movimientos mecánicos: la inspiración y la exhalación.

La **inspiración** consiste en la contracción de los músculos intercostales y el diafragma, que generan un ensanchamiento de la caja torácica y, con esto, un aumento del volumen intratorácico, lo que disminuye la presión del aire en su interior. Este cambio en el volumen de la caja torácica provoca una diferencia de presión con el aire atmosférico, lo que genera la entrada de aire a los pulmones.

La **exhalación**, en cambio, se produce porque los músculos intercostales y el diafragma se relajan, y la caja torácica vuelve a su posición inicial. Esto provoca un aumento de la presión intrapulmonar, lo que genera la salida de aire.

En cada ventilación pulmonar entran y salen del pulmón alrededor de 500 mℓ de aire, que se denomina **volumen corriente**. Si se multiplica ese valor por la frecuencia respiratoria se obtiene el **volumen minuto**, es decir la cantidad total de aire inhalado y exhalado en un minuto.

Mecánica respiratoria.

Actividades experimentales

Volúmenes pulmonares

Esta experiencia tiene como objetivo construir un espirómetro y calcular volúmenes pulmonares.

Necesitan:

- recipiente ancho y profundo (bidón o balde)
- manguera o tubo plástico flexible de al menos 1 metro de longitud
- botella plástica de 3 litros
- marcador indeleble
- agua
- regla

Paso 1. Limpien todos los elementos a utilizar, quitando las etiquetas. Si utilizan un bidón, córtenlo por su parte angosta para que tenga una boca ancha.

Paso 2. Gradúen la botella con un marcador indeleble o con cinta adhesiva cada ¼ de litro.

Paso 3. Llenen las ¾ partes del recipiente profundo con agua.

Paso 4. Llenen con agua la botella de 3 litros e introduzcan un extremo de la manguera en ella haciendo un orificio en la tapa de la botella.

Paso 5. Introduzcan la botella de forma invertida dentro del otro recipiente.

Paso 6. Al mismo tiempo que un alumno realiza el punto anterior, otro se prepara para soplar en el espirómetro. Para ello debe tomar todo el aire posible y exhalarlo por la parte libre de la manguera. La salida del aire de los pulmones debe ser constante y lenta. Es importante que sincronicen los movimientos de estos dos pasos para obtener un resultado óptimo de la experiencia.

Paso 7. El agua descenderá en la botella a medida que se exhala el aire. Registren en qué nivel queda detenida el agua al terminar la exhalación.

Paso 8. Escriban los datos obtenidos en una tabla.

1. ¿Qué representa el volumen de agua que queda en la botella al culminar la exhalación en el paso 7? ¿Qué representa el volumen de agua expulsada de la botella durante la exhalación?

2. Analicen los datos obtenidos en la tabla y respondan. ¿Verificaron diferencias o variaciones significativas entre las mediciones que realizaron sus compañeros? ¿A qué les parece que se deben?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

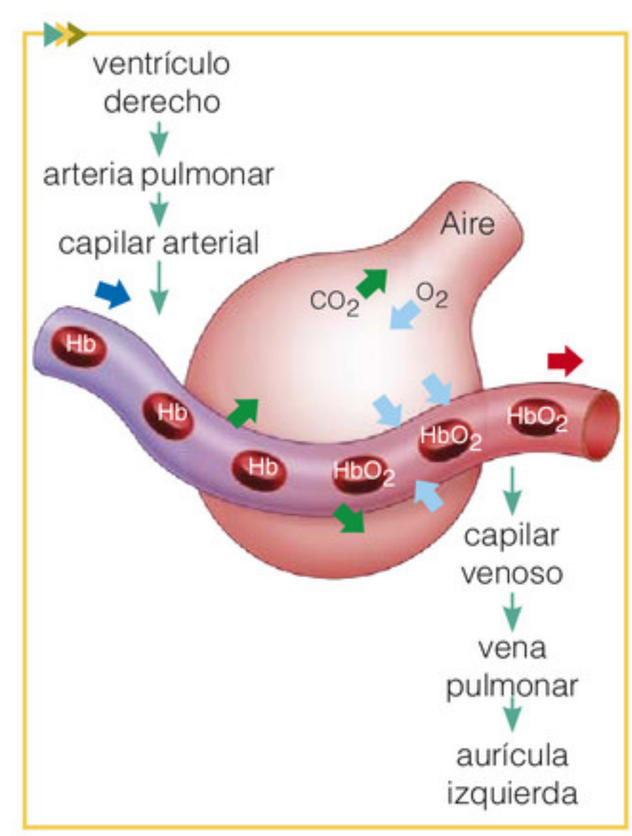
La hematosis y el transporte de los gases de la respiración

La **hematosis** es el intercambio gaseoso de oxígeno y dióxido de carbono que ocurre entre el aire alveolar y la sangre de los capilares alveolares. En este intercambio, el oxígeno ingresa a la sangre de los capilares y el dióxido de carbono presente en los capilares alveolares ingresa a los alvéolos. Este pasaje se realiza por difusión*, a través de la delgada membrana que forma los alvéolos.

Las **moléculas de hemoglobina** presentes en los glóbulos rojos son las encargadas del transporte de oxígeno y dióxido de carbono hacia las células y desde estas, respectivamente. Cuando la concentración de oxígeno es alta, la hemoglobina tiende a formar **oxihemoglobina** ($Hb0_2$), ya que presenta afinidad con el oxígeno. Al llegar a las células, la hemoglobina libera el oxígeno. En este momento, la hemoglobina se asocia con el dióxido de carbono liberado por las células formando moléculas de **carboxihemoglobina** ($HbC0_2$), que se dirigen a los alvéolos, donde lo liberarán.

Glosario

difusión: pasaje de sustancias, por diferencias de concentración, de un lugar de mayor concentración a un lugar de menor concentración.



Intercambio gaseoso: las moléculas de dióxido de carbono difunden desde el capilar arterial al alvéolo, mientras que el oxígeno lo hace en dirección al capilar venoso.

La respiración celular

La sangre traslada el oxígeno y los nutrientes hasta las células, donde serán utilizados para obtener energía a través del proceso de **respiración celular** u **oxidación biológica** en las mitocondrias celulares. La glucosa se combina con el oxígeno y de esa reacción se obtiene energía. El dióxido de carbono y el agua, productos de esta reacción, son expulsados del cuerpo en la exhalación, y la energía química obtenida es almacenada en **moléculas de ATP** (adenosín trifosfato).

$$\underset{\text{(glucosa)}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{(oxígeno)}}{6\,O_2} \longrightarrow \underset{\text{(dióxido de carbono)}}{6\,CO_2} + \underset{\text{(agua)}}{6\,H_2O} + \text{Energía}$$

Ecuación química que representa el proceso de respiración celular.

Regulación del sistema respiratorio

Los movimientos respiratorios que posibilitan la entrada y salida del aire de los pulmones están controlados por un centro nervioso ubicado en el bulbo raquídeo, que responde a la concentración de CO_2 en sangre.

La alta concentración de dióxido de carbono en sangre es detectada, como si fuera un sensor, por el **centro nervioso de la respiración**, que responde enviando una señal nerviosa al diafragma, lo que provoca su contracción y con ello da inicio al proceso de inspiración que permitirá oxigenar la sangre y eliminar el exceso de dióxido de carbono.

La **frecuencia respiratoria** es la cantidad de inspiraciones que ocurren en un minuto. El valor normal de esa frecuencia oscila entre 12 y 20 movimientos por minuto en un adulto. Cuando el nivel de dióxido de carbono en sangre es alto, ese valor aumenta y se acelera el ritmo respiratorio, como ocurre cuando realizamos una actividad física. Si los valores de dióxido de carbono son bajos, la frecuencia respiratoria disminuye.

Actividades

1. Relacionen el sistema respiratorio con el sistema circulatorio y resuelvan las siguientes consignas.
   a. Describan el circuito sanguíneo que involucra al proceso de hematosis.
   b. Indiquen qué etapa del ciclo cardíaco se debe cumplir para dar inicio al circuito sanguíneo que involucra a la respiración celular.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

El sistema excretor

La **excreción** es el proceso que permite eliminar las sustancias de desecho que se originan en los procesos metabólicos de las células del cuerpo, como el dióxido de carbono y el agua provenientes de la respiración celular, además de los desechos nitrogenados originados del metabolismo de los aminoácidos.

Este sistema participa de la función de nutrición del organismo: regula la concentración de agua y minerales en el cuerpo según las necesidades que presente, es decir, según se encuentren en exceso o en déficit, manteniendo en equilibrio las concentraciones de estas sustancias en el organismo.

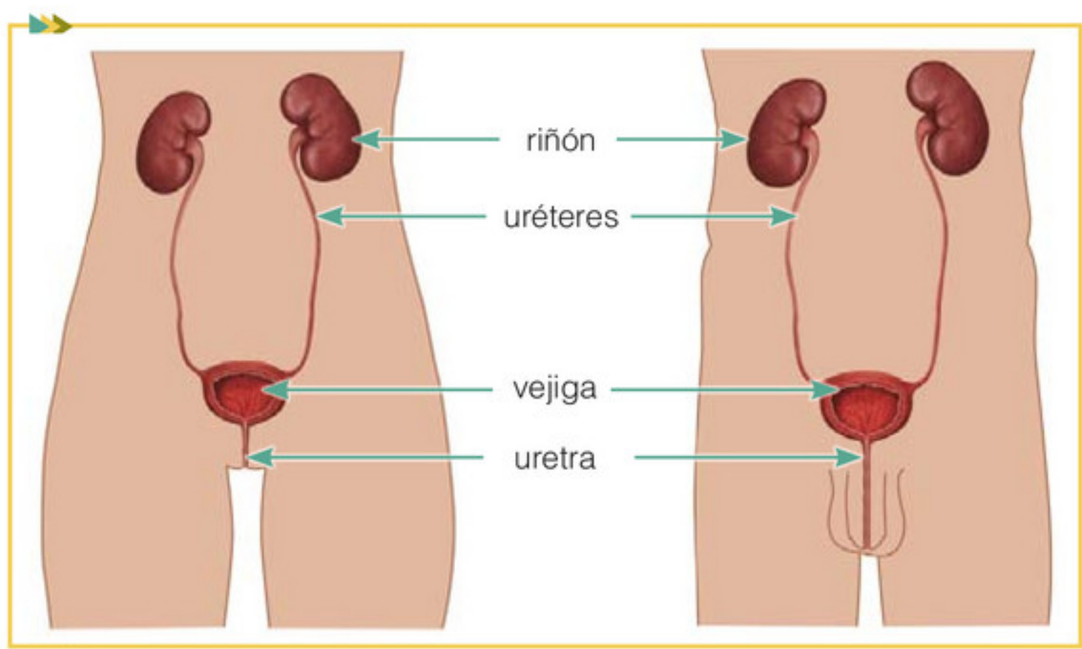
Distintos órganos participan en la eliminación de los residuos tóxicos que producen las células del cuerpo. El dióxido de carbono se elimina con el aire exhalado; el agua y los compuestos nitrogenados se eliminan con la orina y con el sudor.

Curiosidades

En los hombres, la uretra es un conducto compartido por los sistemas urinario y reproductor, ya que es la vía de salida de la orina y del semen.

Glosario

micción: acto de vaciar la vejiga urinaria.



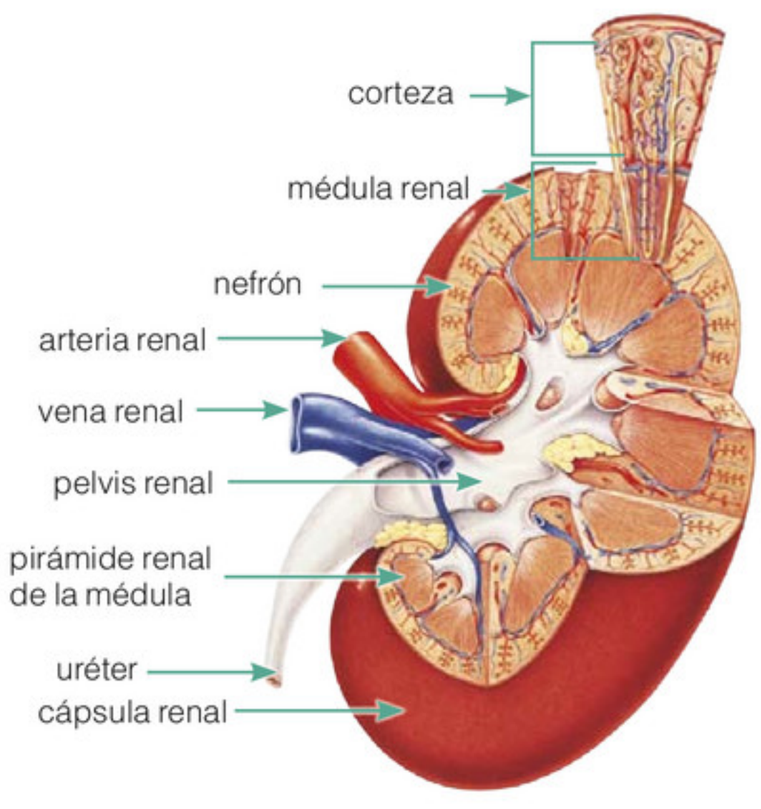
Órganos del sistema urinario humano.

El sistema urinario

Los órganos que forman el **sistema urinario** abarcan parte de la cavidad abdominal y parte de la cavidad pélvica. Este sistema se encarga de la eliminación de desechos nitrogenados producidos en el metabolismo celular, que resultan tóxicos para el organismo. Para lograr el objetivo, en el sistema urinario la sangre es filtrada y el producto obtenido es eliminado del cuerpo con la orina.

Los órganos que componen el sistema urinario son: los riñones, los uréteres, la vejiga urinaria y la uretra.

En los **riñones** se lleva a cabo el filtrado de la sangre y la formación de la orina. Están ubicados en la cara posterior de la cavidad abdominal. En su interior, el riñón presenta zonas bien diferenciadas: la **corteza renal**, donde se ubican los glomérulos y las cápsulas de los nefrones; la médula renal, formada por los túbulos de nefrón y los conductos colectores; y la **pelvis renal**, donde desembocan los conductos que dirigen la orina hacia el **uréter**. Por estos conductos, la orina llega a la **vejiga urinaria**, donde se almacena. Cuando la cantidad de orina es la suficiente como para provocar tensión en las paredes de la vejiga, se produce el reflejo de micción* haciendo consciente el deseo de orinar. De esta manera, la orina se expulsa al exterior del cuerpo a través de la **uretra** que desemboca en el orificio uretral externo o **meato urinario**.



Estructura externa e interna del riñón.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

El nefrón y la formación de la orina

El **nefrón** es la unidad estructural y funcional del riñón. Hay entre uno y dos millones de nefrones en cada riñón. Cada nefrón está formado por un extenso tubo plegado en el que se diferencian la **cápsula de Bowman** donde se realiza el filtrado de la sangre presente en el **glomérulo de Malpighi**, los **túbulos renales** donde se produce la reabsorción de sustancias y el **tubo colector** que conduce la orina hacia el uréter.

La sangre llega al riñón por la arteria renal, la que se ramifica formando las arteriolas que integran el glomérulo ubicado en la cápsula de Bowman. Allí se produce el filtrado de la sangre a través de la delgada membrana que lo forma. La sangre ya filtrada sale de la cápsula de Bowman y se dirige a la vena renal. El **filtrado** obtenido tiene una composición semejante al plasma. Se dirige a los túbulos renales donde **se reabsorben** agua, minerales y glucosa, que retornan al torrente sanguíneo evitando así la pérdida de sustancias que pueden ser reutilizadas por las células. El agua y los minerales son reabsorbidos de acuerdo con las necesidades del cuerpo. Los desechos que aún circulan por la sangre de la arteriola y que todavía no fueron filtrados se extraen mediante el proceso de **secreción**. A medida que la orina circula por el túbulo colector, se reabsorbe más agua y **se concentran** los desechos.

Actividades

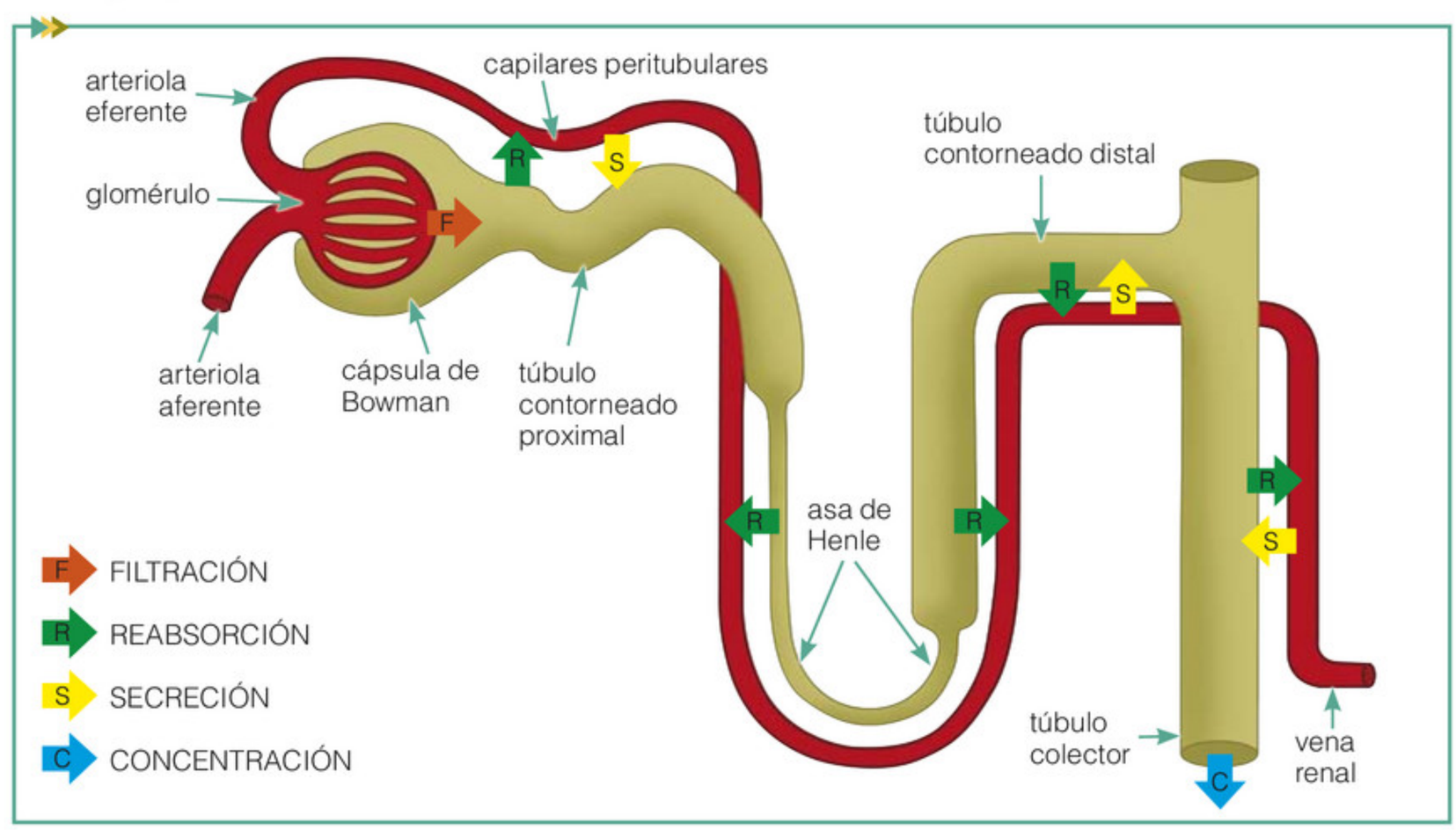
1. ¿Por qué cuando se transpira mucho y no se bebe líquido se orina menos y esta es de color amarillo intenso?

2. Observen el esquema del nefrón y resuelvan.

a. ¿Dónde encontrarían un líquido de composición similar a la orina?

b. ¿Dónde encontrarían un filtrado con mayor concentración de glucosa y agua?

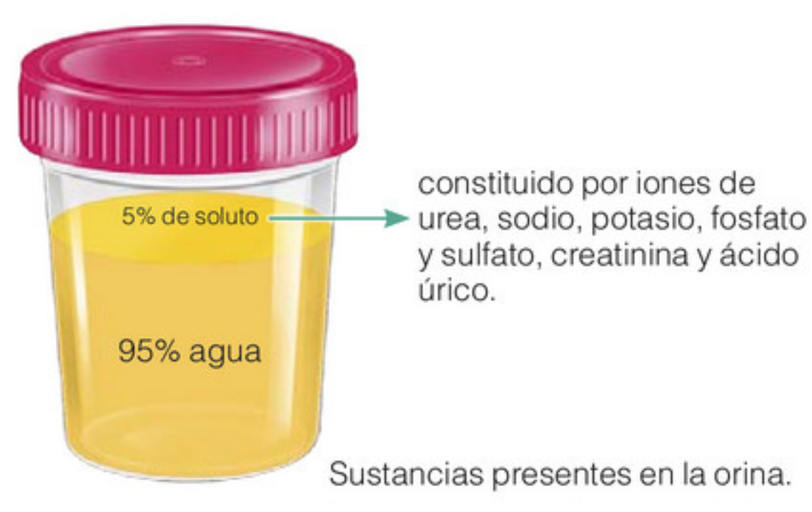
c. Describan qué sucede con la mayor parte del agua filtrada hacia la cápsula de Bowman.



Estructura del nefrón y principales procesos que ocurren en su interior.

Composición de la orina

La concentración de las sustancias presentes en el filtrado de la sangre va variando en su recorrido por el nefrón hacia la pelvis renal debido a la reabsorción de algunas de ellas en los túbulos renales. Al llegar a los tubos colectores, el líquido presente contiene alta concentración de agua y concentraciones menores de minerales, fosfatos, sulfatos, urea, ácido úrico y creatinina; ese líquido es la **orina**.



Sustancias presentes en la orina.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

La adolescencia

La **adolescencia** es un período de importantes cambios, tanto en el aspecto estructural y funcional del organismo, como en el aspecto psicológico del individuo. Este período se inicia en la **pubertad**, entre los 10 y 12 años de edad. Durante esta etapa se registra un acelerado crecimiento corporal, acompañado de cambios físicos, morfológicos y fisiológicos con relación al desarrollo de caracteres sexuales secundarios. El objetivo de estos cambios es preparar al organismo para la función de reproducción. Tanto en el varón como en la mujer, se inicia la actividad de las **hormonas sexuales**, que generarán cambios graduales en el cuerpo.

La identificación con sus pares es una característica del adolescente.

En los varones, los órganos sexuales aumentan su tamaño, las células sexuales maduran y se produce la **primera eyaculación involuntaria**. Se modifican las cuerdas vocales, lo que produce una voz más grave, y se desarrolla el cartílago laríngeo, que se hace más visible al formar la nuez de Adán. La caja torácica se ensancha y aparece el vello facial.

En las mujeres, los huesos de la pelvis aumentan su tamaño, lo que genera un ensanchamiento de las caderas. El útero también aumenta su tamaño. Se desarrollan las mamas y se produce la **menarca** o **primera menstruación**.

En ambos sexos aparece vello en las axilas y la zona genital. El crecimiento se acelera y el cuerpo gana altura, acompañado por el desarrollo muscular, que es mayor en los varones. Hay una mayor actividad de las glándulas sebáceas, lo que genera la aparición de acné, y también están más activas las glándulas sudoríparas. Se registra un aumento de la presión arterial, que tiende a normalizarse al finalizar la adolescencia.

En el inicio de la adolescencia, el cuerpo se encuentra en un período de gran actividad y muchos cambios, que la psiquis del adolescente percibe y acompaña adaptándose e interactuando con los fenómenos biológicos, los factores sociales, la familia, etcétera.

Curiosidades ▶

La llegada a la adolescencia se ha celebrado siempre con distintos rituales y ritos de paso. Por ejemplo, en nuestro país las chicas festejan los 15 años y los varones, los 18. En Japón, esta celebración se llama *seijin shiki* ("venida de la edad"). La tradición judía considera que los varones son miembros de la comunidad adulta a la edad de 13 años y las chicas, a los 12 años, y esta transición se celebra mediante un ritual, llamado *Bat Mitzvah* para las mujeres, y *Bar Mitzvah* para los varones.

Actividades

1. Copien y completen en sus carpetas un cuadro como el siguiente.

Caracteres sexuales secundarios		
En mujeres	En varones	En ambos sexos

2. Consulten a sus padres, abuelos y tíos acerca de cómo fue su adolescencia.

- La vestimenta que usaban.
- La música que escuchaban.
- El vocabulario o las palabras que los caracterizaban.
- Las conductas aceptadas y las no aceptadas.

a. Armen un cuadro comparando las características de la adolescencia de sus padres y abuelos con las características de los adolescentes actuales.

b. Compartan la información con sus compañeros y, entre todos, elaboren conclusiones.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

La función de nutrición en los adolescentes

Ante tantas modificaciones en el organismo del adolescente, es necesario que la **función de nutrición** acompañe ese período con una adecuada incorporación de nutrientes que le brinde los elementos que el cuerpo demanda, aportando la energía y los materiales necesarios para su desarrollo, sin dejar de considerar la correcta y proporcional distribución de las calorías totales entre las cuatro ingestas diarias. Los **requerimientos nutricionales** en esta etapa son elevados, por eso conviene tener un adecuado control de la alimentación y adquirir conductas alimentarias que cubran esos requerimientos y prevengan el desarrollo de trastornos alimentarios, como la obesidad, la anorexia o la bulimia. La alimentación adecuada en esta etapa permitirá, además, prevenir patologías en la vida adulta, como la hipercolesterolemia*, la hipertensión* y la osteoporosis*.

Los años que abarcan el período de la pubertad son los más críticos en cuanto a los requerimientos nutricionales, ya que el cuerpo del adolescente aumenta de peso y talla. La masa muscular aumenta un 20% y, con esto, la necesidad de incorporar un alto porcentaje de proteínas en la dieta diaria. El requerimiento de calcio aumenta, así como el de hierro y zinc.

La **actividad física aeróbica** practicada regularmente garantiza la oxigenación adecuada de la sangre; favorece la actividad cardiovascular, ya que mejora el funcionamiento del corazón y de los pulmones; aumenta las perspectivas de vida; disminuye las enfermedades, ya que mejora el sistema inmune; contribuye a un mejor desarrollo de músculos y huesos; influye en el bienestar emocional y el desarrollo de la vida social, y disminuye el estrés, la depresión y la ansiedad.

Edad	Mujeres (Kcal por día)	Varones (Kcal por día)
15-18	2.100-2.300	2.700-3.000
60-64	1.900-2.100	2.300-2.600
75-80	1.800	2.100

El requerimiento calórico varía entre un adolescente y un adulto. Las cifras indicadas corresponden a individuos con baja o moderada actividad física y un peso promedio.

Actividades

1. Reflexionen sobre sus hábitos y conductas, relacionados con la alimentación y la actividad física.

a. Armen un listado sobre los hábitos y las conductas saludables que realizan. Indiquen la frecuencia con la que los realizan.

b. Elaboren un listado con las conductas o hábitos no saludables que realizan.

c. Vuelquen los datos de los puntos a y b en una tabla única que incluya los datos de todo el curso. Destaquen en ella las conductas que tengan relación directa con un beneficio en el desarrollo del cuerpo durante la adolescencia.

d. Analicen los datos obtenidos y escriban una conclusión final.

La alimentación variada y nutritiva es esencial para el buen desarrollo del organismo.

La práctica de deportes mejora el desarrollo psicofísico del adolescente.

Glosario

hipercolesterolemia: alta concentración de colesterol en sangre. El colesterol es un tipo de lípido que no debe superar los 200 mg/dl de sangre.

hipertensión: incremento de la presión a la que fluye la sangre dentro de las arterias.

osteoporosis: patología que consiste en la disminución del tejido óseo, lo que genera un hueso de aspecto poroso, más propenso a las fracturas.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

La importancia de hacer actividad física

Diversos estudios sostienen la importancia de realizar actividad física durante la adolescencia, no solo por los efectos beneficiosos en la salud física (como prevención de enfermedades cardiovasculares, obesidad, diabetes tipo II, entre otras patologías), sino también en los resultados referidos a la salud mental y la autoestima. Y, además, porque favorece la vida social y la percepción de la imagen corporal. Es importante acompañar una buena rutina de actividad física con la correcta alimentación, que incluya cereales, frutas, verduras, carnes, huevos y lácteos de manera variada y equilibrada, para permitir no solo un buen desarrollo y crecimiento, sino también un buen rendimiento para la actividad elegida. En el caso de las mujeres, que se preocupan al mismo tiempo por la estética corporal, podrán obtener resultados favorables en la prevención de adiposidad localizada, celulitis y estrías. Una piel bien hidratada y nutrida es más sana y fuerte para combatir a estos enemigos de las mujeres. En conclusión: es importante incentivar a los adolescentes a encontrar el deporte o actividad que les permita sentirse bien y divertirse, que es clave a esa edad.

Es importante acompañarlas

La actividad física en la adolescencia no siempre resulta simple. A esa edad, los cuerpos pasan por cambios pronunciados todo el tiempo: aparecen las caderas, empiezan las comparaciones y así llegan los planteos. Por eso, a esa edad es clave que la familia y el profesor acompañen el cambio, sobre todo el profesor, que tiene el papel de generar un vínculo socioafectivo y de contención para que las chicas tengan ganas de venir y constancia en las clases. Y, sobre todo, para que los resultados se vean. La secundaria es una etapa con miedos pero entrenando no solo logran modelar, también ganan soltura y coordinación en los movimientos. A esa edad tienen buena resistencia y, si hay paciencia y aceptación, si logran conectarse con su cuerpo, el cambio empieza a verse. Muchas llegan encorvadas o tímidas, pero con paciencia y compromiso logran un gran cambio. Por eso, yo aconsejo que se sumerjan con paciencia, y digo que cada cuerpo es diferente. En sí, el cambio pasa por dentro: si comienzan a conectarse con el cuerpo empiezan a sentirse bien, a respirar mejor y a mejorar también sus hábitos.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Fuente: www.clarin.com/ciudades/gimnasios-adolescentes-chicas-rutinas_0_1300070026 [08/02/2015]. (Adaptación).

Actividades

1. Lean el artículo periodístico y respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Qué beneficios tiene hacer actividad física?

b. ¿Qué alimentos se deben incorporar para tener una correcta alimentación y un buen rendimiento físico?

c. ¿Por qué conviene realizar actividad física durante la adolescencia?

2. ¿Realizan alguna actividad o deporte? ¿Cuál?

a. ¿Cuántas horas semanales le dedican?

b. ¿Qué beneficios les proporciona realizar esa actividad?

DESAYUNO IDEAL

"El sedentarismo es enfermedad, la actividad física es salud"

Bajo este lema se celebra el Día Internacional de la Actividad Física. En la Argentina, el sedentarismo es una de las diez causas de mortalidad, morbilidad y discapacidad, además de constituir el segundo factor de riesgo de una mala salud –después del tabaquismo–, ya que duplica el peligro de sufrir enfermedad cardiovascular, diabetes tipo II y obesidad, entre otras enfermedades.

El sedentarismo es la falta de actividad física regular, definida como "menos de treinta minutos diarios de ejercicio regular y menos de tres días a la semana". Se considera que una persona es sedentaria cuando su gasto semanal en actividad física no supera las 2.000 calorías. También lo es aquella que solo efectúa una actividad semanal de forma no repetitiva.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 17% de los adultos de la población global es físicamente inactivo y el 41% es solo insuficientemente activo para obtener beneficios en su salud. La Encuesta Mundial de Salud Escolar, realizada en el año 2012 en nuestro país, demostró que el 50% de los jóvenes pasan más de tres horas sentados y solo el 17% son físicamente activos. Recordemos que la infancia y la adolescencia son los períodos más importantes de la vida para adquirir hábitos de vida y comportamientos.

La actividad física ha sido definida por la OMS como "todos los movimientos que forman parte de la vida diaria,

incluidos el trabajo, la recreación, el ejercicio y las actividades deportivas". Según la OMS, la actividad física regular reduce el riesgo de muerte prematura, enfermedad cardíaca o de sufrir ACV; disminuye hasta en un 50% el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo II o cáncer de colon; contribuye a prevenir la hipertensión arterial, la osteoporosis y el riesgo de padecer dolores de espalda, y ayuda a desarrollar y mantener sanos los huesos, músculos y articulaciones.

Fuente: www.rionegro.com.ar/diario/el-sedentarismo-es-enfermedad-la-actividad-fisica-es-salud-7082148-9539-nota.aspx. [06/04/2015]. (Adaptación).

Actividades

1. Lean el artículo periodístico y respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Qué es el sedentarismo?

b. ¿Por qué les parece que muchos jóvenes no realizan actividad física?

c. ¿Por qué la infancia y la adolescencia son los períodos más apropiados para iniciar un deporte o actividad física?

Para conocer más

Laurora, G., *El personal trainer científico. Todo lo que hay que saber para lucir un cuerpo esbelto y saludable*, Buenos Aires, Siglo XXI, Colección Ciencia que ladra, 2.da edición, 2013.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Actividades finales

1. Realicen un cuadro sinóptico con las siguientes palabras:

vellosidades intestinales → capilar linfático
capilar sanguíneo → absorción de nutrientes → agua
intestino delgado → vitaminas → minerales
metabolismo celular → monosacáridos → aminoácidos
sangre → ácidos grasos → glicerol

2. Coloquen las palabras faltantes para formar oraciones que expliquen la acción de las enzimas en el duodeno.

a. La maltosa es degradada a ..... por acción de la ..... presente en el jugo .....

b. Las ..... son transformadas en aminoácidos por acción de las ..... del jugo ..... e ..... .

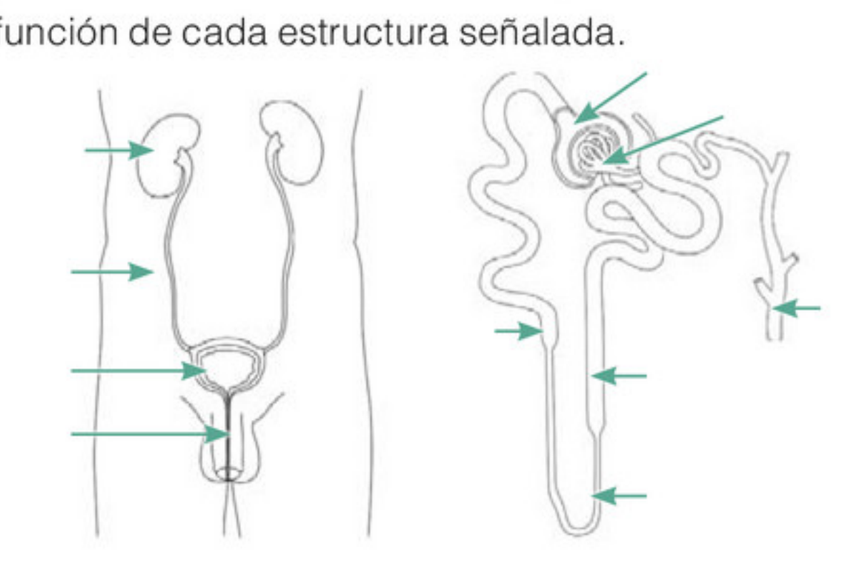
c. La sacarosa presente en el ..... es degradada por la enzima ..... presente en el ..... con lo que se obtiene .....

d. Los lípidos, luego de ser ..... por acción de ....., se desdoblan en ..... y ..... por acción de la .....

3. Describan la digestión de un sándwich de queso, sabiendo que el pan contiene hidratos de carbono (almidón) y el queso es un derivado lácteo que contiene hidratos de carbono, proteínas y grasa. Indiquen las enzimas que participan, en qué órganos ocurre la digestión de cada uno de los componentes y cuáles son los nutrientes obtenidos.

4. ¿Por qué aumentan las frecuencias cardíaca y respiratoria durante el esfuerzo físico?

5. Coloquen las referencias en los gráficos e indiquen la función de cada estructura señalada.



6. ¿Qué característica tendrá la orina de una persona que ha perdido líquido a causa de diarrea y vómitos?

7. A la guardia médica de un hospital llegan, al mismo tiempo, dos pacientes. Uno de ellos desvanecido porque no había ingerido líquidos en casi todo el día; el otro dice sufrir insuficiencia renal. Se les tomaron muestras de orina a ambos pacientes, pero ante la urgencia de los casos, en la sala de guardia olvidaron identificar las muestras. Los informes de ambos análisis arrojaron un resultado similar en cuanto al color, olor y características generales, solo se observó una diferencia: uno de los análisis indicaba presencia de proteínas.

a. ¿Es posible que haya proteínas en la muestra de orina de esos pacientes? ¿Por qué?

b. ¿Podrá el médico identificar cada muestra? ¿Cómo?

8. Elaboren un cuadro para comparar la forma, las dimensiones y las actividades en las que intervienen los glóbulos rojos, los glóbulos blancos y las plaquetas.

9. Marquen con X la afirmación verdadera.

a. El nódulo sinusal controla el movimiento del corazón desde su centro nervioso, ubicado en el ventrículo izquierdo. ☐

b. El marcapasos artificial no reemplaza al nódulo sinusal. ☐

c. La sístole auricular se corresponde con la relajación del miocardio ventricular. ☐

10. ¿Qué es la hematosis? ¿Qué fenómeno físico interviene en esta función?

11. Vean la película *Super size me*, reúnanse en grupos y respondan las preguntas.

a. ¿Qué se propone Morgan Spurlock en esta película? ¿Cómo intenta demostrarlo? ¿Logra su objetivo?

b. ¿Por qué el protagonista recurre a un control periódico con un médico cardiólogo, un gastroenterólogo y un médico clínico? ¿Sería lo mismo si todo el control lo realizara un solo médico? ¿Por qué?

c. ¿Por qué razón la comida chatarra es dañina para el organismo?

d. ¿Qué relaciones se establecen en la película entre la obesidad, la comida chatarra y los cambios de hábitos?

e. Si el protagonista fuera un adolescente, ¿qué recomendaciones le darían? Fundamenten su respuesta.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Los alimentos

4

Contenidos

> Alimentos y nutrientes
> El agua
> Hidratos de carbono
> Proteínas
> Lípidos
> Vitaminas y minerales
> Los alimentos y la salud
> Los alimentos y la tecnología

Llegó la hora de la cena y Susana se dispone a servir la comida, mientras su padre y su hijo esperan ansiosos en la mesa. Pedro está muy contento porque hoy su mamá le hizo milanesa con papas fritas, la comida que más le gusta. El que no está muy feliz es el abuelo de Pedro y se queja preguntándole a Susana: "¿Por qué yo tengo pollo hervido con puré de calabaza y no puedo comer lo mismo que mi nieto?" y exclamó: "¡Quiero comer lo mismo que Pedro!". "Abuelo, tenés que cuidarte y hacerle caso al médico", le dijo Pedro. Mientras Susana sirve los platos que corresponden a cada uno, expresa: "Ay; papá! Pedro tiene 13 años y está bien de salud, en cambio vos tenés 78 y, de acuerdo con los resultados de tus últimos estudios médicos, debemos tener algunos cuidados".

Contenido digital adicional

www.tintaf.com.ar/
NBIO2C4

EN ESTE CAPÍTULO...

Se describen la estructura y función de las moléculas presentes en los alimentos que consumimos a diario. Además, se brinda información sobre la alimentación adecuada, según la edad, el sexo y la actividad física que realiza una persona.

Alimentos y nutrición

Seguramente en varias oportunidades habrán escuchado decir frases como: ¡eso que estás comiendo no te nutre!; comer solo pizza, hamburguesas y salchichas no es alimentarse; ¿por qué no reemplazás el alfajor por una fruta, que es más nutritiva?

Gráfica de la alimentación saludable. El agua es la base de una alimentación saludable.

Se preguntarán entonces qué tiene de nutritivo una fruta o por qué no es nutritivo un alfajor. Para poder dar respuesta a estas incógnitas, conviene determinar cuáles son las moléculas presentes en esos alimentos y así saber qué nutrientes aportan.

Según el Código Alimentario Argentino (CAA), **alimento** es toda sustancia pura o mezcla de ellas que, ingeridas, le aporta al organismo la energía y los materiales necesarios para cumplir con sus procesos biológicos. Los alimentos son la única fuente de materia y energía, contienen los nutrientes que el cuerpo utiliza para crear, reparar, renovar tejidos y permitir el normal funcionamiento del cuerpo.

Según su origen y composición, los alimentos se clasifican en:

- **orgánicos de origen animal** y **vegetal**: verduras, frutas, huevos y carnes.
- **inorgánicos**: minerales.

Según su función en el organismo, se diferencian:

- **alimentos plásticos** o **estructurales**: aportan las sustancias necesarias para el crecimiento, mantenimiento y reparación del cuerpo. Son alimentos fundamentales en la niñez y la adolescencia, ya que son las etapas en las que se generan nuevos tejidos. Son ricos en proteínas, hierro, zinc y vitaminas A, B y D. El queso, la carne, los huevos y el pescado son ejemplos de estos alimentos.
- **alimentos energéticos**: aportan energía de rápida utilización y de reserva. Son fundamentales durante todas las etapas de la vida, pero con variaciones de acuerdo con la actividad física, la edad y el estado de salud. Las legumbres, las frutas secas, las pastas, los dulces y el aceite son ejemplos de estos alimentos.
- **alimentos reguladores**: son alimentos que aportan las sustancias que las células utilizan en funciones metabólicas, como las vitaminas y minerales. Estas no aportan energía ni forman parte de estructuras, pero cumplen un papel fundamental en las reacciones metabólicas que las células realizan para su mantenimiento y desarrollo. Se encuentran principalmente en frutas y verduras.

Los distintos alimentos que deben estar presentes en una dieta saludable se representan en la **gráfica de la alimentación saludable**. En ella, los alimentos se presentan en seis grupos, y la ubicación y el espacio que ocupan estos grupos de alimentos representan la proporción en la que deben estar presentes en la dieta. Los alimentos se transforman en **nutrientes** por la acción del sistema digestivo y son transportados a todo el cuerpo a través de la sangre. Los nutrientes presentes en los alimentos son las proteínas, los hidratos de carbono, los lípidos, el agua, los minerales y las vitaminas.

Actividades

1. Identifiquen a qué grupo pertenecen y en qué sector de la gráfica de la alimentación saludable se encuentran los alimentos energéticos, los estructurales o plásticos, y los reguladores.
2. Relacionen la función de esos alimentos con su ubicación en la gráfica de la alimentación saludable.
3. ¿Por qué es necesario digerir los alimentos?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

El agua

El **agua** es el compuesto inorgánico más abundante. El 75% del cuerpo humano está compuesto por agua: forma parte del plasma sanguíneo, de los jugos digestivos, de la saliva, del protoplasma celular, etcétera. Para mantener la concentración de agua en el cuerpo en equilibrio, es necesario ingerir entre 2 y 3 litros de agua por día.

El agua tiene la **propiedad de disolver** la mayoría de las sustancias, por lo que proporciona el medio adecuado para que se lleven a cabo muchas de las reacciones metabólicas en el organismo. Además, el agua **regula la temperatura** del cuerpo debido a su capacidad térmica para absorber o liberar calor. Cuando el cuerpo transpira pierde agua y sales, liberando calor que se disipa en la superficie epidérmica. Como consecuencia, disminuye la temperatura corporal para mantenerla constante, a una temperatura corporal normal de 37 °C.

No solo se incorpora agua al organismo a través de la bebida, sea agua, té, café, jugos o leche, sino también a través de los alimentos sólidos.

Presencia de agua en los alimentos

Alimentos	Porcentaje de agua
Sandía	95
Tomate	94
Leche	91
Zanahoria	90
Naranja	86
Manzana	85
Papa	77
Huevos	75
Pollo	70
Pescado	65
Carne	55
Queso	44
Pan	35
Lentejas	9
Arroz	6

Actividades experimentales

El agua presente en los alimentos

Esta experiencia tiene como objetivo determinar la cantidad de agua presente en distintos alimentos.

Necesitan:

- un soporte universal
- un mechero
- una balanza
- cápsulas de porcelana grande o recipientes aptos para calentar
- un trípode
- amianto
- un pan
- un tomate
- una manzana
- una papa
- un cuchillo y un tenedor

Paso 1. Determinen el peso de las cápsulas o recipientes que usarán para calentar. Conviene utilizar una cápsula o recipiente para cada alimento. Registren los datos obtenidos.

Paso 2. Corten tres rodajas de pan y determinen su peso. Anoten el dato obtenido.

Paso 3. Corten tres rodajas de tomate y determinen su peso. Realicen los cortes directamente en el recipiente para no perder su jugo. Anoten el dato obtenido.

Paso 4. Repitan el paso anterior con la manzana y la papa. Recuerden hacer cada uno en su respectivo recipiente.

Paso 5. Calienten a fuego lento cada uno de los alimentos hasta que toda el agua se haya evaporado. Retiren del fuego y dejen enfriar.

Paso 6. Pesen cada una de las cápsulas.

Paso 7. Con los datos obtenidos, y considerando el peso del recipiente determinado en el paso 1, completen el siguiente cuadro. Para calcular el peso del agua presente en los alimentos analizados, deberán calcular la diferencia entre el peso en crudo y el peso seco.

Alimento	Peso en crudo	Peso seco	Peso del recipiente	Peso del agua presente	Porcentaje de agua presente
Pan					
Tomate					
Manzana					
Papa					

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Las biomoléculas

El organismo está compuesto por diversas moléculas, las biomoléculas, presentes en todos los seres vivos en una proporción estable. Las **biomoléculas** intervienen en procesos biológicos y forman estructuras. El organismo las produce a partir de la materia incorporada con los alimentos, es decir, son moléculas orgánicas. Son **macromoléculas** o **polímeros**, formadas por la unión de **moléculas más sencillas** o **monómeros**, las que a su vez están constituidas principalmente por átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno y, en menor medida, por azufre y fósforo.

Hidratos de carbono

Los **hidratos de carbono** son moléculas en cuya composición están presentes el carbono (C), el hidrógeno (H) y el oxígeno (O). Se las denomina también carbohidratos, glúcidos o azúcares. Cumplen función estructural y de reserva energética. Forman parte de los alimentos energéticos, ya que le aportan al organismo una energía de utilización rápida.

Los hidratos de carbono son de origen vegetal, ya que se producen en el proceso de fotosíntesis, pero se los puede encontrar en alimentos de origen animal, aunque están presentes en menor medida. Según su estructura, se los clasifica en:

▸ **monosacáridos**: son los monómeros de las moléculas de hidratos de carbono, son glúcidos formados por una sola molécula. Tienen sabor dulce y son solubles en agua. Se distinguen los monosacáridos formados por un azúcar de 5 carbonos (pentosa) y los que presentan 6 carbonos (hexosas).

Monosacáridos	Ejemplos
Pentosas	Desoxirribosa: azúcar presente en la molécula de ADN.
	Ribosa: azúcar presente en la molécula de ARN.
Hexosas	Fructosa: azúcar de las frutas.
	Galactosa: azúcar de la leche.
	Glucosa: azúcar de la miel.

▸ **disacáridos:** moléculas sencillas compuestas por dos hexosas. Tienen sabor dulce y son solubles en agua.

Disacáridos	Ejemplos
Dos hexosas	Sacarosa: contiene glucosa y fructosa. Está presente en el azúcar de mesa y en las remolachas.
	Maltosa: contiene dos moléculas de glucosa. Está presente en las harinas y semillas.
	Lactosa: contiene glucosa y galactosa. Está presente en la leche.

▸ **polisacáridos:** son macromoléculas formadas por largas cadenas que contienen decenas de monosacáridos. Carecen de sabor dulce y son insolubles en agua.

Polisacáridos	Almidón: azúcar de reserva energética en los vegetales.
	Glucógeno: azúcar de reserva energética en los animales. Se almacena en el hígado.
	Celulosa: componente estructural de la pared celular de las células vegetales.
	Quitina: es un polisacárido nitrogenado. Es el componente principal del exoesqueleto de los artrópodos, como insectos y crustáceos.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Proteínas

Las **proteínas** son moléculas orgánicas formadas por largas cadenas de aminoácidos, denominadas **polipéptidos**. Estos aminoácidos son el monómero o unidad estructural de las proteínas. En su composición están presentes el carbono (C), el oxígeno (O), el hidrógeno (H) y el nitrógeno (N); algunas proteínas contienen además azufre (S) y, otras, fósforo (P). Representan entre el 12 y 18% de la masa corporal y aportan 4 Kcal/g.

Alimentos ricos en proteínas.

La unidad estructural de la proteína es el **aminoácido**. En los seres vivos hay veinte tipos de aminoácidos, de los cuales ocho son esenciales para el ser humano, ya que el organismo no puede producirlos y deben ser ingeridos en la dieta; estos son: fenilalanina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano y valina.

Los alimentos que contienen proteínas son considerados estructurales debido a que estas moléculas intervienen en la construcción del organismo y su crecimiento, así como en la reparación y renovación de tejidos, ya que forman parte de las membranas celulares. También cumplen función enzimática, hormonal o reguladora, de transporte, de defensa inmunológica y contráctil.

Función	Características y ejemplos
Estructural	Muchas proteínas, como el colágeno y la queratina, están presentes en membranas y otras estructuras celulares.
Enzimática	Todas las enzimas son proteínas que intervienen en reacciones químicas, por ejemplo la amilasa salival.
Hormonal o reguladora	La mayor parte de las hormonas tienen en su composición química proteínas que actúan como mensajeros químicos que regulan funciones corporales. Por ejemplo, la insulina.
Transporte	La hemoglobina es una proteína asociada a moléculas de hierro que se encarga del transporte de los gases de la respiración en la sangre. Forma parte de la estructura de los glóbulos rojos.
Defensa inmunológica	Los anticuerpos generados por los glóbulos blancos son moléculas de proteínas específicas. Por ejemplo, las inmunoglobulinas.
Contráctil	La actina y la miosina son las proteínas presentes en las células musculares. Participan en forma directa de la contracción muscular.

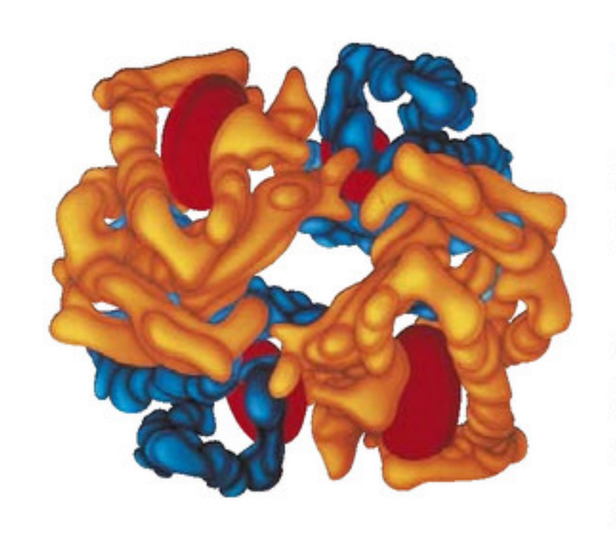
Principales funciones de las proteínas.

El número de aminoácidos presentes en la molécula de proteína y el orden o secuencia en que se encuentran dispuestos, determinan y diferencian una proteína de otra. Son tantas las combinaciones posibles que pueden formarse miles de proteínas diferentes. Las proteínas pueden ser **simples**: formadas solo por aminoácidos, como la insulina, la albúmina, la queratina y las inmunoglobulinas; o pueden ser **conjugadas**, cuando están asociadas a otras moléculas como lípidos, hierro, fósforo o glucosa; por ejemplo la hemoglobina, que es una proteína asociada a moléculas de hierro.

La atención

Para desarrollar la capacidad de prestar atención, observen atentamente una página del libro. Luego, cierren el libro y traten de recordar el contenido de los títulos y subtítulos, y de describir las imágenes lo más detalladamente que puedan.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723



Modelo de la estructura cuaternaria de la hemoglobina.

Estructura de las proteínas

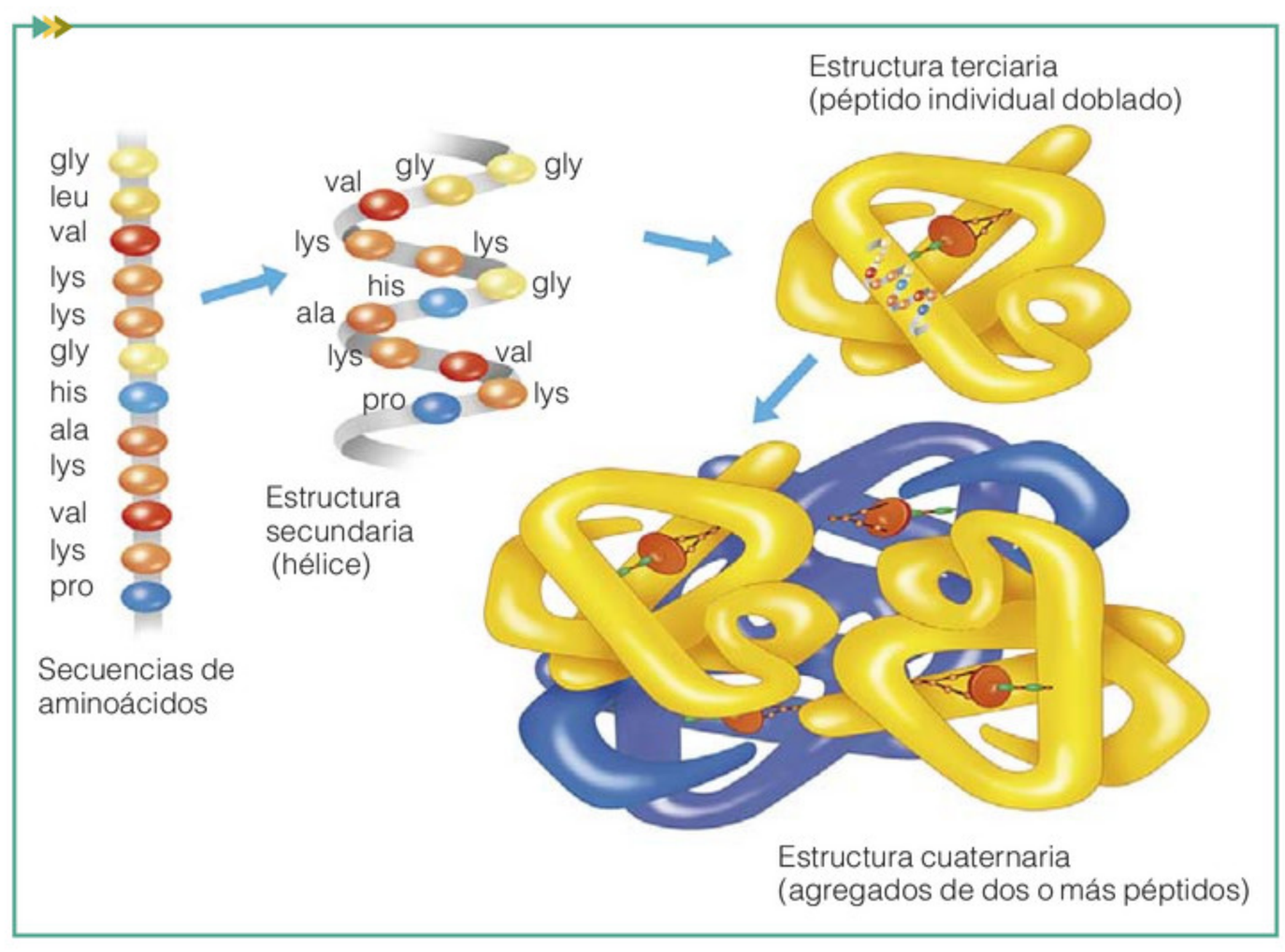
Otra característica que se tiene en cuenta para diferenciar los tipos de proteínas es su **estructura** o **conformación espacial**, lo que además determina el tipo de actividad en la que interviene.

La secuencia de aminoácidos forma una cadena lineal que se denomina **estructura primaria**, como la que presenta la queratina del cabello o el colágeno de los tendones. De acuerdo con la forma en que se unen los aminoácidos de esa cadena primaria, la proteína adquiere un **plegamiento** determinado. De esta manera, la cadena de estructura primaria se pliega sobre sí misma, con lo que adquiere la **estructura secundaria**. Cuando ese plegamiento aumenta por la unión de varios aminoácidos de distintos sectores de la cadena, se determina una **estructura terciaria**, y la proteína adquiriere una estructura tridimensional, como las enzimas o la albúmina. Las proteínas que presentan una **estructura cuaternaria**, como la hemoglobina y los anticuerpos, son aquellas que se combinan con otra cadena polipeptídica.

Las diferentes estructuras que presentan las proteínas determinan una forma o aspecto general que permite clasificarlas en:

- **fibrosas**: son las proteínas que presentan estructura primaria. No se disuelven en agua y cumplen función estructural, de sostén y protección.
- **globulares**: son aquellas proteínas que presentan estructura secundaria y terciaria. Se disuelven en agua y cumplen funciones de defensa, transporte y regulación.

Cuando las proteínas son expuestas a más de 40 °C se **desnaturalizan**, es decir que pierden su estructura secundaria o terciaria. Lo mismo ocurre si se las trata con alcohol o ácidos. El proceso de desnaturalización es **irreversible** y se lo denomina **coagulación**, como ocurre con la albúmina de la clara de huevo luego de ser cocinado.



Estructuras de las proteínas.

Actividades

1. La forma o aspecto general que adquieren las proteínas según la disposición espacial de la molécula tiene relación con la función que cumplen.

a. Escriban ejemplos de proteínas fibrosas y globulares. Pueden buscar información en enciclopedias o Internet.

b. Establezcan la función que cumplen las proteínas indicadas en el punto anterior y fundamenten la relación forma-función que se establece entre ellas.

c. Teniendo en cuenta la respuesta del punto b, ¿qué importancia tiene que sean solubles o insolubles en agua?

d. ¿A qué grupo pertenece la proteína fibrina, presente en el coágulo sanguíneo?

e. ¿Qué sucede con las proteínas presentes en un bife de carne luego de cocinarlo? ¿Sucederá lo mismo si se lo sumerge en vinagre? ¿Por qué?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Lípidos

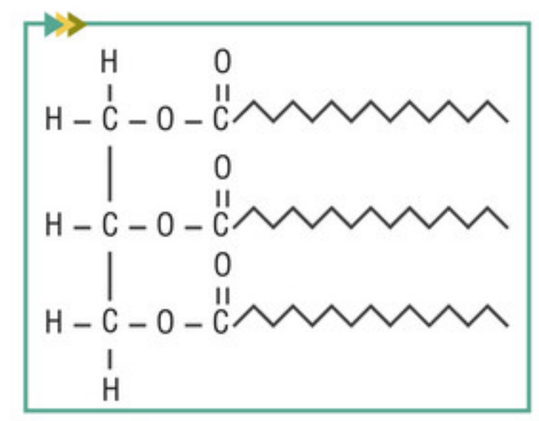
Los **lípidos** son compuestos orgánicos poco solubles en agua. En su composición están presentes las moléculas de carbono, oxígeno e hidrógeno. Representan entre 18 y 25% de la masa corporal, y aportan 9 Kcal/g. Los lípidos son moléculas formadas por la combinación de **ácidos grasos** y **alcohol glicerol**.

Son utilizados como **energía de reserva**. En la mayor parte de los animales, ese reservorio se encuentra en el tejido adiposo. Pero esa no es la única función de los lípidos: también son excelentes **aislantes térmicos**, y forman parte de la estructura de las membranas celulares y de la composición de hormonas.

Hay distintas clases de lípidos:

- los **triglicéridos**: son lípidos formados por tres moléculas de ácidos grasos y una molécula de alcohol. Se encuentran presentes en aceites, grasas y ceras.
  - Los **aceites** se hallan en estado líquido a temperatura ambiente. Son abundantes en vegetales, por ejemplo, maní, coco y girasol.
  - Las **grasas** se encuentran en estado sólido a temperatura ambiente, por ejemplo, la manteca y la grasa presente en la carne.
  - Las **ceras**, presentes en el tegumento de los vegetales, sirven de protección y evitan la pérdida de agua. En los animales, cumplen la función de lubricación y protección.
- los **fosfolípidos**: son lípidos conjugados o compuestos que se encuentran unidos a moléculas de fósforo. Forman parte de la membrana celular, por lo que se les confiere una función estructural.
- las **lipoproteínas**: son moléculas formadas por la unión de lípidos con proteínas. Por ejemplo, el colesterol es un lípido que debe mantenerse en los niveles adecuados, ya que cuando se encuentra en exceso se acumula en las paredes de las arterias, dificultando la circulación sanguínea.

Los ácidos grasos presentes en las moléculas de los lípidos pueden ser **insaturados**, como los que se hallan en los alimentos de origen vegetal; o **saturados**, como los que se encuentran en la mayoría de los alimentos de origen animal, sobre todo en las carnes rojas.



Estructura química de un lípido.

La grasa es visible en alimentos como la manteca y el aceite.

El chocolate presenta lo que se conoce como "grasa invisible".

Actividades

1. La mielina es una sustancia que recubre el axón de las neuronas. ¿Qué tipo de sustancia les perece que es la mielina? Busquen información y verifiquen su respuesta. Anoten la función de la mielina.
2. ¿Por qué piensan que es importante que los niños incorporen lípidos en su dieta, sobre todo en el primer año de vida?
3. ¿Qué biomoléculas del organismo constituyen la principal fuente de energía?
4. ¿En qué casos se utilizan los lípidos como fuente de energía?
5. Copien y completen en la carpeta el siguiente cuadro.

	Hidratos de carbono	Proteínas	Lípidos
¿Qué alimentos contienen alto porcentaje de estas biomoléculas?			
¿De qué origen son esos alimentos?			
¿Cuál es la unidad o monómero de esa biomolécula?			
¿Cuáles son las principales funciones que cumplen en el cuerpo?			
Ejemplos			

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

¿Qué hay en lo que comemos?

Esta experiencia tiene como objetivo identificar mediante reacciones químicas la presencia de hidratos de carbono, lípidos y proteínas en distintos alimentos.

Necesitan:

- 10 mℓ de solución de almidón
- 10 mℓ de solución de glucosa
- 10 tubos de ensayo
- gradilla
- pinza de madera
- 10 varillas de vidrio
- 8 pipetas
- 3 morteros
- embudo
- papel de filtro
- mechero
- reactivo de Fehling
- lugol
- reactivo de Biuret
- reactivo de Sudán III
- una papa
- un pan
- clara de un huevo crudo
- un pedacito de carne cruda
- un maní
- 10 mℓ de aceite
- una manzana
- 10 mℓ de leche

Primero conviene conocer qué tipo de moléculas reconoce cada reactivo con los que se va a trabajar.

- El **lugol** es un indicador compuesto por yodo que detecta la presencia de almidón y toma un color violeta oscuro o negro-violáceo.
- El **reactivo de Sudán III** reconoce la presencia de lípidos y vira a color rojo.
- El **reactivo de Biuret** cambia de color celeste o azul claro a violeta ante la presencia de proteínas. La intensidad del color varía de acuerdo con la concentración de proteínas presentes.
- El **reactivo de Fehling** se obtiene combinando partes iguales de Fehling A y Fehling B. Es de color celeste turquesa y se tornará color rojo ladrillo-naranja al detectar glucosa, para lo cual debe ser expuesto al calor.

Paso 1. Coloquen 10 mℓ de solución de almidón en un tubo de ensayo y agréguenle 5 gotas de lugol, aproximadamente. Registren lo observado.

Paso 2. Coloquen 10 mℓ de solución de glucosa en un tubo de ensayo y agréguenle 5 gotas de reactivo de Fehling. Tomen con la pinza de madera el tubo de ensayo y caliéntenlo en el mechero. Registren lo observado.

Paso 3. Coloquen 10 mℓ de aceite en un tubo de ensayo y agréguenle 5 gotas de reactivo de Sudán III. Registren lo observado.

Paso 4. Coloquen 10 mℓ de leche en un tubo de ensayo y agréguenle 5 gotas de reactivo de Biuret. Registren lo observado.

Paso 5. En diferentes tubos de ensayo, coloquen un poco de cada uno de los alimentos con los que cuentan entre los materiales para la actividad (un alimento en cada tubo).

Paso 6. Escriban en la carpeta en qué tubo consideran que encontrarán proteínas, en cuál lípidos y en cuál hidratos de carbono.

Paso 7. Compruébenlo colocando unas gotas de reactivo según corresponda a su predicción. Por ejemplo, donde consideran que hay lípidos coloquen el reactivo de Sudán III.

Paso 8. Si en alguno de los tubos no se produjo la reacción que esperaban, coloquen una nueva muestra de ese alimento en un tubo de ensayo limpio y procedan a hacerlo reaccionar con otro reactivo para determinar su composición.

Importante: los alimentos sólidos, como la manzana, deben ser previamente aplastados o triturados en el mortero para luego someterlos al reactivo. Pueden agregarle un poco de agua para favorecer la formación de una pasta semilíquida. Si al triturarlos algún alimento produce jugo, este puede ser sometido al reactivo previo a haber sido filtrado.

Paso 9. Copien y completen en la carpeta el siguiente cuadro, a partir de los resultados obtenidos.

Alimento	Reacciona con…	Contiene…
Pan		
Manzana		
Papa		
Clara de huevo		
Maní		
Carne		

1. ¿Con qué objetivo se realizaron las observaciones en los tubos de los pasos 1, 2, 3 y 4?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Vitaminas

Las **vitaminas** son compuestos orgánicos presentes en todos los alimentos, tanto de origen animal como de origen vegetal. El cuerpo requiere cantidades mínimas de vitaminas para los distintos procesos biológicos, el consumo en exceso o hipervitaminosis puede provocar efectos graves.

En el cuerpo humano hay seis vitaminas diferentes: A, B, C, D, E y K, que se dividen en dos grupos, las hidrosolubles y las liposolubles.

El grupo de las **vitaminas hidrosolubles** lo integran la **vitamina C** y el grupo de las **vitaminas B**. Tienen la capacidad de disolverse en agua y, por ello, pueden ser eliminadas en la orina cuando se encuentran en exceso. Participan en el metabolismo de azúcares, grasas y proteínas.

En el grupo de las **vitaminas liposolubles** se encuentran las **vitaminas A**, **D**, **E** y **K**. Como estas vitaminas no se disuelven en agua, se acumulan en los tejidos adiposos, ya que sí se disuelven en lípidos. Esto hace que no se puedan eliminar en la orina y, por lo tanto, debe ser más controlado su consumo para evitar su acumulación y exceso en el organismo. Este grupo de vitaminas participa del mantenimiento y formación de estructuras corporales.

Las vitaminas son compuestos **muy inestables** que se inactivan rápidamente cuando se encuentran en determinadas condiciones, por ejemplo en la exposición prolongada a altas temperaturas. Por esta razón, conviene ingerir alimentos frescos, como un jugo de frutas recién exprimido o verduras cocidas al vapor y no hervidas durante un tiempo prolongado.

La exposición diaria al sol de al menos 10 minutos favorece la fijación de vitamina D.

Las frutas y verduras son fuentes de vitaminas.

Vitaminas	Función	Alimentos que las aportan
Vitamina A	Interviene en el mantenimiento de las células epiteliales, la retina y el crecimiento de huesos y dientes.	Hígado, lácteos, zanahoria y zapallo, entre otros.
Vitamina B (es un complejo vitamínico en el que se distinguen las vitaminas B1, B2, B6, B12 y el ácido fólico)	Favorece el funcionamiento del sistema nervioso. Interviene en la producción de células sanguíneas y en el metabolismo de los hidratos de carbono y proteínas.	Hígado, levadura, huevos, frutos secos, carnes, cereales y semillas, pescados, verduras de hoja y frutas.
Vitamina C o ácido ascórbico	Favorece la cicatrización de heridas, colabora en la actividad de defensa del organismo, junto con los anticuerpos y el control de toxinas, atenuando su toxicidad.	Frutas cítricas, tomate y la mayoría de los vegetales.
Vitamina D	Es necesaria para la absorción de calcio en el organismo.	Aceite de pescado, huevo y leche. Requiere una exposición a los rayos solares para que adquiera su forma activa.
Vitamina E	Mantiene la estructura y el funcionamiento normal del sistema nervioso.	Frutos secos, semillas y vegetales.
Vitamina K	Es necesaria para el proceso de coagulación sanguínea.	Se obtiene a partir de la actividad de las bacterias que forman la flora intestinal sobre alimentos como espinaca, repollo e hígado.

Anotar las dudas

Cuando estudien en casa y surja una duda o una dificultad para comprender un dato, conviene anotar un signo de interrogación (?) en el margen de la hoja del libro o de la carpeta, para acordarse de preguntar al docente en clase por este tema.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Componentes inorgánicos: los minerales

La soja y las lentejas contienen mucho hierro pero poco asimilable por la presencia del ácido oxálico, que impide su absorción.

El organismo no requiere grandes concentraciones de minerales, pero sí necesita una amplia variedad de ellos, y resulta importante que las concentraciones se mantengan constantes. El exceso o la falta de algunos minerales en el organismo pueden producir importantes alteraciones en el funcionamiento del cuerpo.

Los **minerales** intervienen en reacciones y procesos, por lo que permiten realizar diferentes funciones biológicas. En el organismo, los minerales se encuentran disueltos en la sangre y los líquidos que rodean a las células. Estos líquidos deben presentar una composición mineral constante que garantice el normal funcionamiento de células, tejidos y órganos. Para ello, el cuerpo cuenta con mecanismos de regulación, como por ejemplo el que realiza el sistema excretor.

El ser humano incorpora los minerales que su cuerpo necesita solo a través de los alimentos; por eso conviene mantener una dieta adecuada y variada. Los principales minerales presentes en el cuerpo humano son: yodo, hierro, calcio, fósforo, potasio, sodio, magnesio y zinc.

El **yodo** es necesario para la formación de ciertas hormonas; la ausencia o déficit de este mineral provoca una enfermedad llamada bocio. El yodo está presente en alimentos de origen marino, la sal de mesa y el chocolate.

El **hierro** es el componente fundamental de la hemoglobina. Para que el hierro sea absorbido correctamente en la mucosa intestinal debe acompañarse con vitamina C. Los alimentos ricos en hierro son el hígado, la morcilla y las carnes rojas. La falta de hierro genera anemia ferropénica.

El exceso de fósforo puede producir descalcificación debido a que el fósforo se une al calcio y lo elimina.

El **calcio** forma parte de la estructura ósea y participa en la coagulación sanguínea. La leche y sus derivados aportan la dosis diaria adecuada de calcio, pero sin la presencia de vitamina D en el organismo se hace imposible la absorción intestinal de este mineral. La deficiencia o pérdida de calcio en el organismo provocan descalcificación de los huesos y osteoporosis.

El **sodio** participa del mantenimiento de la presión arterial y, junto con el **potasio**, permite la transmisión de los impulsos nerviosos. El consumo excesivo de sodio provoca hipertensión arterial. El potasio participa además de la contracción muscular. Es muy abundante en los alimentos como lácteos, frutas y verduras.

El **fósforo** y el **magnesio** son abundantes en alimentos de origen vegetal y animal, en cambio el **zinc** abunda en mariscos, carnes rojas, quesos y nueces.

Actividades

1. Para asegurar la correcta absorción del calcio es necesario tener adecuados niveles de vitamina D. ¿Qué alimentos serían entonces los más apropiados para acompañar una porción de queso o un vaso de leche?

2. Las bebidas cola poseen un alto contenido de fosfato, compuesto que contiene fósforo. El consumo excesivo no es aconsejable para niños pequeños y se lo relaciona con la aparición de caries. ¿Por qué?

3. El té contiene derivados de ácido tánico, una sustancia que impide la absorción del hierro. Un médico le aconseja a su paciente que no consuma alimentos con hierro junto con el té debido al cuadro de salud que presenta. ¿Cuál podría ser la alteración que presenta el paciente?

4. Hay dos alimentos que están siempre presentes en la dieta de un deportista, sobre todo durante los días próximos y posteriores a una competencia. Esos alimentos son: fideos y banana. ¿Qué valor tendrá para el deportista ingerir estos alimentos?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Los alimentos y la salud

Para comprender la relación entre los alimentos y la salud es necesario definir ambos conceptos. Ya se ha definido y descrito qué son los alimentos, veamos ahora qué es la salud. La Organización Mundial de la Salud define **salud** como el estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente como la ausencia de afecciones o enfermedades.

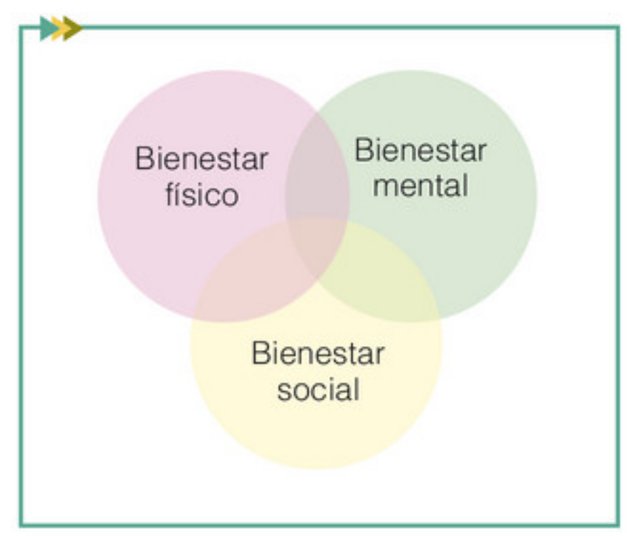
Los pilares que mantienen el buen estado de salud general del cuerpo son tres: la actividad física, los controles médicos periódicos y la alimentación adecuada y equilibrada, es decir, la dieta saludable.

La actividad física, el control médico y la buena alimentación forman el triángulo de la salud.

Realizar **actividad física aeróbica** con intensidad moderada y ritmo regular favorece el desarrollo psicofísico del organismo. Por ejemplo, efectuar caminatas diarias de al menos 30 minutos favorece el funcionamiento del sistema circulatorio, mantiene correctamente lubricadas las articulaciones, mejora la oxigenación de las células, contribuye a la eliminación de toxinas mediante el sudor y disminuye el nivel de colesterol en sangre, entre otros beneficios.

Los **controles médicos** deben realizarse al menos una vez al año para conocer en profundidad el estado de salud del cuerpo a través de diferentes análisis. Dichos controles permiten actuar de manera preventiva y realizar un diagnóstico precoz que posibilite un tratamiento adecuado a la alteración que el organismo pudiera presentar.

Mantener una **dieta equilibrada** y **adecuada** garantiza la provisión de nutrientes y energía que el organismo requiere. Para tener una alimentación sana y saludable se debe considerar la calidad, la cantidad y la distribución de los alimentos que se incorporan, así como el sexo, la edad, el estado de salud y la actividad física del individuo, ya que son características que influyen sobre la composición de la dieta adecuada.



La salud se logra con el equilibrio de las tres esferas.

Cuando el individuo tiene una alimentación que no es adecuada, suficiente o equilibrada, se dice que está malnutrido o desnutrido, pero hay diferencias entre estos dos conceptos. La **malnutrición** ocurre cuando se incorporan cantidades suficientes de alimentos pero que no aportan todos los nutrientes que el organismo necesita o bien aportan más de lo requerido, es decir, una dieta no equilibrada. Por ejemplo, la ingesta de mucha azúcar promueve el desarrollo de caries y puede relacionarse con la aparición de diabetes en la adultez. El exceso de grasas puede provocar hipercolesterolemia y obesidad. En cambio, la **desnutrición** es la falta de nutrientes en el organismo producida por la falta de ingesta de alimentos o la ingesta de alimentos que no estén en la cantidad y proporciones adecuadas, es decir, no es suficiente ni equilibrada. Por ejemplo, la deficiencia de calcio en la ingesta diaria puede provovar trastornos en la formación y desarrollo de los huesos en la niñez, influir en el proceso de coagulación sanguínea u osteoporosis en las mujeres adultas.

Una dieta sin carnes debe aportar al organismo los nutrientes esenciales para el adecuado crecimiento y el buen funcionamiento orgánico. Es necesario que las personas conozcan los nutrientes que contienen verduras, cereales y hortalizas para reemplazar a los que aportan carnes, huevos y lácteos.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

La ingesta excesiva de grasas saturadas de origen animal no es saludable.

Beber entre 2 y 3 litros de agua diariamente es saludable.

Actividades

1. ¿De qué nutrientes carecerá el cuerpo de una persona que no respeta la ingesta en proporciones adecuadas de verduras y lácteos? ¿Qué trastornos de salud le podría traer esto?

2. Indiquen cuál o cuáles de las siguientes dietas es la más saludable, y cuál o cuáles, la más apropiada para un niño o adolescente. Fundamenten en ambos casos.

Dieta 1 **Desayuno:** yogur con cereales **Almuerzo:** pollo asado y ensalada. Agua. **Merienda:** --------- **Cena:** carne al horno con papas. Gaseosa.	**Dieta 2** **Desayuno:** café con leche y tostadas. **Almuerzo:** fideos con salsa. Frutas. Gaseosa. **Merienda:** té con leche y medialunas. **Cena:** pescado con verduras. Frutas. Agua.
Dieta 3 **Desayuno:** leche chocolatada. **Almuerzo:** pizza. Gaseosa. **Merienda:** helado. **Cena:** empanadas. Agua.	**Dieta 4** **Desayuno:** café con leche y tostadas. **Almuerzo:** hamburguesa y papas. Gaseosa. **Merienda:** café con leche y tostadas. **Cena:** pizza y helado. Gaseosa.

3. Respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Las dietas deben ser individuales o grupales? ¿Por qué?

b. ¿Qué variables piensan que considerarán las personas que confeccionan las dietas que aparecen en las revistas?

c. ¿Es la dieta sinónimo de adelgazamiento? ¿Por qué?

Alimentación sana

La calidad de vida y el desarrollo del ser humano pueden optimizarse a partir de un mejor nivel nutricional, para lo cual debemos partir de una buena educación sobre la nutrición y la valoración de las cuatro ingestas diarias. Para que la alimentación sea saludable, debe cumplir tres requisitos: ser completa, equilibrada y adecuada. El aporte del alimento debe ser el adecuado a las necesidades de cada individuo según su peso y su edad, entre otros factores. Si la dieta contiene alimentos de todos los grupos, en la proporción adecuada y respetando la cantidad de nutrientes y calorías que el organismo necesita, entonces se cumple con una alimentación sana y saludable.

Alimentos	Porciones que se aconseja consumir por día
Verduras	3 a 5
Frutas	2 a 4
Carnes, pescado y huevo	2 a 3
Lácteos	2 a 3
Grasas, aceites y dulces	1

Respetar estas proporciones garantiza ingerir los nutrientes en las cantidades acordes a sus funciones. Por ejemplo, si la dieta carece o es escasa en hidratos de carbono y lípidos pero posee muchas proteínas, estas dejan de cumplir su función plástica y pasan a cumplir una función energética.

También conviene considerar la distribución de las calorías totales repartidas entre las cuatro ingestas de la dieta diaria. El **aporte calórico** de los alimentos, la energía que el individuo recibe, es utilizado por el cuerpo para cumplir las funciones metabólicas, mantener la temperatura del cuerpo, y realizar actividad física e intelectual. Si los alimentos que se ingieren no cubren el aporte calórico que el cuerpo necesita, las funciones metabólicas se verán afectadas y provocarán disminución de la temperatura corporal y menor rendimiento. Una distribución calórica adecuada sería que sobre el total de calorías diarias se destinen: 20% para el desayuno, 40% para el almuerzo, 10% en la merienda y el 30% en la cena.

Para tener una vida saludable no basta una dieta saludable, también deben incorporarse hábitos saludables, como la actividad física, los controles médicos y la vida social.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Enfermedades relacionadas con la alimentación

Hay muchas enfermedades que tienen relación con los alimentos, ya sea porque el organismo está incapacitado para absorber o utilizar determinados nutrientes, o porque el exceso o falta de un nutriente provoca el desarrollo de una enfermedad. En ambos casos, conviene realizar controles médicos y mantener la dieta adecuada.

▸ **Anemia ferropénica**: el consumo de hierro en la dieta diaria es necesario para la formación de la hemoglobina. La ingesta deficiente de hierro o la no absorción de este mineral generan una disminución de la hemoglobina presente en los glóbulos rojos y, con ello, un deficiente transporte del oxígeno y el dióxido de carbono. Realizar una dieta rica en hierro es fundamental, pero hay que considerar que el exceso de fibras en la dieta interfiere en la absorción del hierro, como también lo hace la presencia del ácido oxálico que se encuentra en los vegetales de hoja o el ácido tánico que se halla en el té. Por el contrario, la presencia de vitamina C favorece la absorción del hierro.

▸ **Bocio**: esta enfermedad provoca la atrofia de la glándula tiroides; esto se debe a la falta de yodo. Durante mucho tiempo, en las regiones donde no había yodo en el agua o en el suelo y, por lo tanto en los alimentos, el bocio era una enfermedad endémica. En la actualidad, los casos de bocio han disminuido a partir del agregado de yodo en alimentos de consumo masivo, como la sal de mesa y, sobre todo, en el de mayor consumo entre los niños, el chocolate.

▸ **Celiaquía**: los individuos que padecen esta enfermedad no pueden ingerir gluten, una proteína presente en los cereales de trigo, avena, cebada y centeno. La ingesta de esta proteína atrofia las vellosidades intestinales, lo que provoca una absorción deficiente de los nutrientes. La no ingesta de alimentos que contengan gluten es suficiente para que el individuo recupere el buen estado de sus vellosidades intestinales y una absorción adecuada de nutrientes. Son aptas para celíacos las harinas de maíz, arroz y soja, ya que no poseen gluten.

▸ **Intolerancia a la lactosa**: esta enfermedad la padecen aquellas personas que carecen de la enzima intestinal lactasa y, por lo tanto, no pueden digerir la lactosa presente en los lácteos y sus derivados. Las personas intolerantes a la lactosa deben consumir alimentos deslactosados.

▸ **Fenilcetonuria**: es una enfermedad hereditaria. Las personas que la padecen no pueden metabolizar el aminoácido fenilalanina y, por esa razón, se produce un exceso de dicho aminoácido en su organismo, lo que resulta tóxico. Una dieta controlada, que mantenga baja la concentración de este aminoácido en el organismo desde la niñez, permite el normal desarrollo de la persona.

▸ **Hipercolesterolemia**: el colesterol es una grasa que el organismo necesita para el buen funcionamiento de sus células, pero en exceso es malo. La hipercolesterolemia sucede cuando el nivel de colesterol LDL se encuentra en una concentración mayor a 100 mg/dl. Cuando esto ocurre, el exceso de LDL o "colesterol malo" se acumula en las paredes de las arterias, endureciéndolas y bloqueando el paso de la sangre, situación que puede conducir a un infarto o un accidente cerebrovascular (ACV). Parte del colesterol presente en el organismo se adquiere a través de los alimentos, como carnes rojas, huevos, productos lácteos enteros y sus derivados.

Persona que padece bocio endémico.

Logo de los alimentos aptos para celíacos.

Leche deslactosada.

Las imágenes

Las imágenes se vinculan con la información que proporciona el texto. Establezcan una relación entre las imágenes de cada página y los párrafos correspondientes.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Se puede ser "sensible al gluten" sin ser celíaco

Este síndrome se presenta con síntomas similares a los de la intolerancia al gluten, que también puede confundirse con colon irritable. Tras descartar la enfermedad celíaca con pruebas de sangre, conviene observar la respuesta del paciente a una dieta sin gluten.

Por muchos años, millones de personas en el mundo fueron diagnosticadas con **síndrome de intestino irritable** (SII, también conocido como colon irritable) tras presentar diversas molestias y dolores gastrointestinales en forma recurrente. Para esta afección no existe aún una cura definitiva, pues se trata de una enfermedad crónica, aunque benigna.

Pero una nueva luz surgió para algunos de ellos. Dentro de las intolerancias y alergias relacionadas con la toxicidad provocada por la ingesta de gluten, se agregó otra patología, conocida como **sensibilidad al gluten no celíaca** o, simplemente, **sensibilidad al gluten** (SG).

Los síntomas de la SG son prácticamente idénticos a los que presentan los pacientes con SII. Por eso, hacer un diagnóstico diferencial entre ambas patologías puede ser la solución para quienes están siendo tratados de manera errada. Sobre este tema nos habla la doctora María Vázquez Roque, gastroenteróloga y profesora asistente de la Clínica Mayo de Jacksonville (Estados Unidos).

¿Qué criterios se aplican para diagnosticar el SII?

Para ser diagnosticado con SII, el paciente debe presentar molestias abdominales recurrentes, al menos 3 días por mes, en los últimos 3 meses. Estos síntomas van asociados con una mejoría producida con la defecación. El comienzo del problema se evidencia por un cambio en la frecuencia y apariencia de las heces. A su vez, los hábitos intestinales fluctúan entre diarrea y estreñimiento.

¿Cuál es la incidencia del SII en la población?

Sabemos que se presenta en alrededor de un 15% de la población, afecta más a mujeres que a hombres, y surge más a edades tempranas y menos durante la vejez.

¿Qué relación se puede establecer entre el SII y la SG?

Los síntomas de ambas enfermedades son similares en sus características clínicas, frecuencia e intensidad. Esto lleva a que un buen porcentaje de afectados por SG reciban un diagnóstico de SII. Al continuar con una dieta que contiene gluten, el problema nunca se soluciona.

¿Cuáles son los síntomas de la SG?

Hay síntomas gastrointestinales y extraintestinales. Los gastrointestinales incluyen: dolor abdominal, en un 77% de los casos, hinchazón (72%), estreñimiento y diarrea. A la vez, los afectados expresan sentir fatiga, confusión mental, dolor de cabeza, dolor muscular o articular, eczema o alergias en la piel, insensibilidad en piernas o brazos, depresión y anemia.

¿Cómo se detecta la sensibilidad al gluten?

Hasta el momento no hay una prueba específica para diagnosticar si una persona es sensible al gluten. El diagnóstico es más clínico y basado en el historial. El paciente reporta síntomas gastrointestinales y extraintestinales con la ingesta de gluten y, al remover el gluten de su dieta, estos síntomas mejoran. Los síntomas recurren si la persona ingiere gluten nuevamente.

Es importante descartar con pruebas de sangre la enfermedad celíaca, ya que es diferente a la sensibilidad al gluten. La prueba inicial para la enfermedad celíaca es el anticuerpo antitransglutaminasa IgA si el paciente tiene niveles normales de la immunoglobulina IgA. Si el paciente es deficiente en la immunoglobulina IgA, entonces se mide el anticuerpo antitransglutaminasa IgG.

Fuente: http://entremujeres.clarin.com/vida-sana/salud/celiaquia-salud-colon_irritable-sensibilidad_al_gluten-gluten-enfermedad_0_1334272643.html (Adaptación).

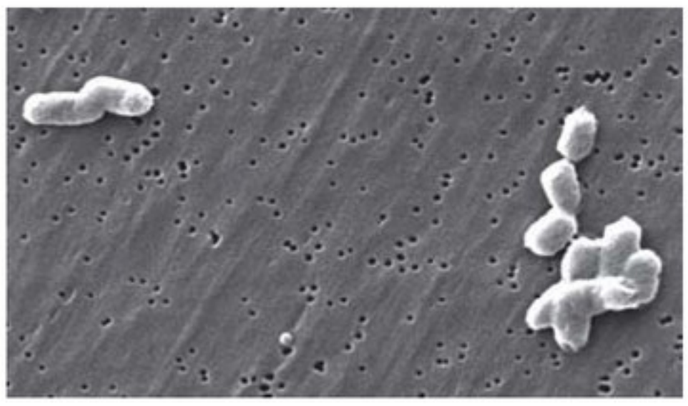
Actividades

1. Elaboren un cuadro comparativo sobre el SII y la SG. Incluyan en qué consiste cada enfermedad, cómo se detecta, los síntomas, tratamientos, y si existe cura o no.

2. La enfermedad celíaca y la SG, ¿son la misma enfermedad? ¿Por qué?

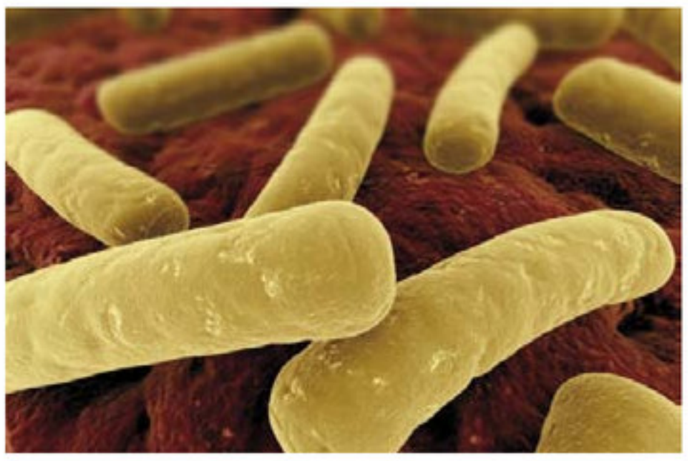
© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Enfermedades por contaminación de alimentos



Bacteria *Salmonella*.

La conservación, manipulación o cocción no adecuada de los alimentos puede provocar su contaminación y el posterior desarrollo de graves enfermedades. Realizar los controles adecuados sobre los alimentos que serán consumidos por la población es una tarea que el Estado realiza desde el Ministerio de Salud, el Instituto Nacional de Alimentos (INAL) dependiente de la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT), el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y organismos de bromatología* de todo el país. Mantener la cadena de frío y el envasado o empaquetamiento correcto es responsabilidad de todos, desde el productor hasta nosotros mismos en nuestras casas, pasando por los comerciantes que deben mantener estas condiciones en sus comercios. Los **cuidados en la higiene durante la manipulación de los alimentos** en lugares como carnicerías, verdulerías, restaurantes, negocios de comidas rápidas y hasta en nuestro hogar, deben considerarse como la principal medida de prevención. Las causas que dan origen a la contaminación de los alimentos pueden ser:



Bacteria *Clostridium botulinum*.

No conviene comprar alimentos cuyas latas estén abolladas porque pueden contener la bacteria que provoca el botulismo.

- **De origen biológico**: por la presencia de bacterias o parásitos, los cuales pudieron haber llegado al alimento por el contacto con agua contaminada durante su procesamiento, por contaminación en el proceso de elaboración, por pérdida de la cadena de frío o la falta de higiene durante su manipulación.
- **De origen químico**: cuando la contaminación del alimento se debe a la utilización de plaguicidas, aditivos no permitidos, o a la presencia de sustancias tóxicas presentes en el agua o la tierra en la que se cultivan las frutas y verduras o de la que se alimentan los animales. Estos contaminantes se fijan en los tejidos de los animales que luego consumimos.

Las enfermedades más comunes transmitidas por alimentos contaminados (ETA) son la salmonellosis, el botulismo, la brucelosis, el síndrome urémico hemolítico (SUH) y la triquinosis.

- **Salmonellosis**: la *Salmonella* es una bacteria que puede adquirirse a partir de carne o huevos infectados. Se multiplica en el intestino, donde libera una toxina que produce inflamación intestinal, fiebre y deshidratación por diarrea y vómitos. La cocción de los alimentos es fundamental, ya que la *Salmonella* muere cuando es expuesta a temperaturas mayores a 68 °C.
- **Botulismo**: es una infección causada por la bacteria *Clostridium botulinum* a través de la toxina botulínica que esta bacteria produce. Se la relaciona con los alimentos, ya que esta bacteria puede desarrollarse en productos enlatados que se han infectado, que no se encuentran debidamente conservados o cerrados. La toxina botulínica es una neurotoxina que produce parálisis de los músculos de la cara y la cabeza, y puede extenderse al resto del cuerpo y provocar parálisis respiratoria y motora.

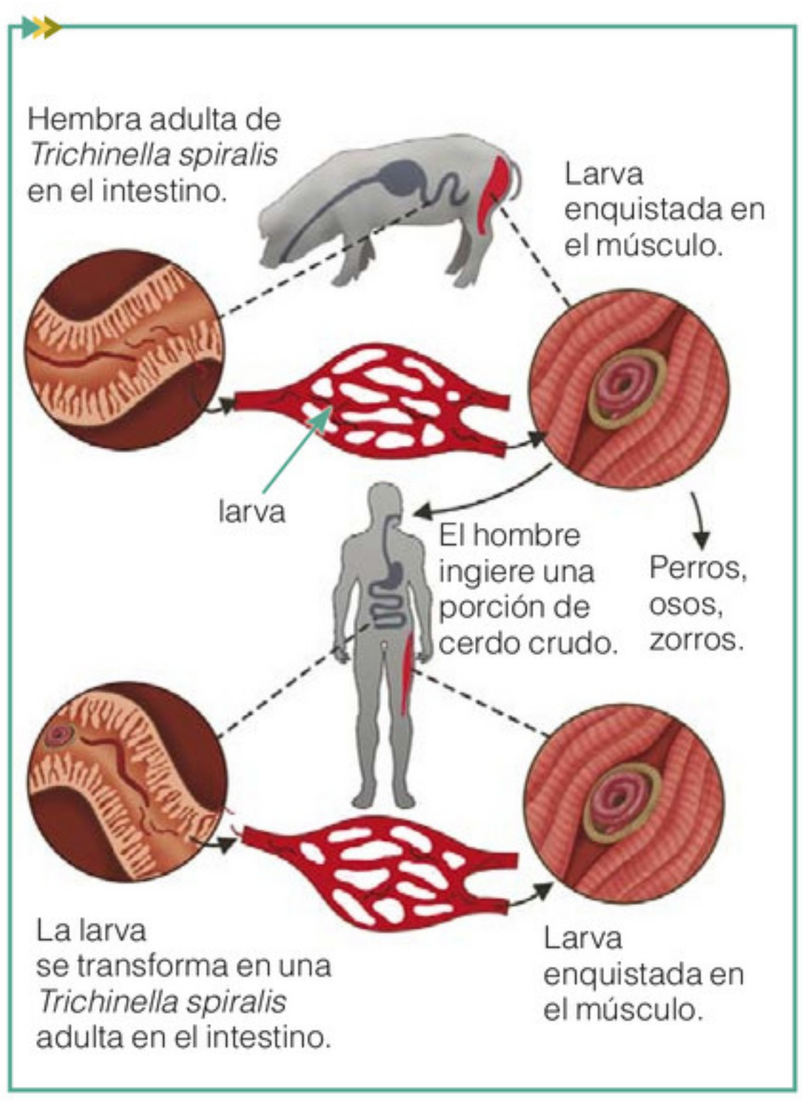
Glosario

Bromatología: ciencia que se ocupa del análisis de los alimentos, considerando su composición, sus propiedades, su producción y procesamiento.

Los microorganismos están en todas partes, y en condiciones adecuadas de temperatura, humedad y nutrientes pueden reproducirse aproximadamente cada 15 minutos. Supongamos que en la superficie de una manzana hay 100 microorganismos. Después de 15 minutos, habrá 200; a la hora serán 1.600. ¿Cuántos habrá al otro día? ¡Mejor no comer esa manzana sin antes lavarla o pelarla!

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Medidas preventivas del SUH.



Ciclo de vida de la *Trichinella spiralis*.

▸ **Brucelosis**: es una infección producida por la bacteria *Brucella*, que infecta a animales como vacas, cabras, ovejas y cerdos. Se transmite al ser humano por el consumo de alimentos contaminados, como la leche y sus derivados no pasteurizados, o bien por el consumo directo de carne contaminada, no controlada. Los síntomas de la enfermedad son: fiebre, dolor de cabeza, pérdida de peso, sudoración, debilidad y dolores generalizados. Esta enfermedad es reversible a partir del tratamiento con antibióticos. No se transmite entre humanos. Para prevenirla, conviene consumir alimentos pasteurizados y lavar los alimentos de origen vegetal que se consuman crudos.

▸ **Síndrome urémico hemolítico (SUH)**: se produce a partir de la ingesta de alimentos o agua contaminada con la bacteria *Escherichia coli* enterohemorrágica. Inicialmente produce diarrea, la cual puede presentar restos de sangre por el daño que la bacteria puede provocar en los intestinos. El efecto más grave que provoca esta bacteria es la insuficiencia renal aguda. El SUH es la segunda causa de insuficiencia renal crónica y de trasplante renal en la Argentina.

▸ **Triquinosis**: es una enfermedad originada por la presencia del parásito nematodo *Trichinella* en los músculos del cerdo, jabalí o puma. Los cerdos contraen el parásito a través de alimentos infectados, mientras que el ser humano, a partir de la carne de cerdo o sus derivados mal cocidos. La temperatura alta y constante de la cocción mata el parásito.

Lavarse las manos después de haber estado en contacto con animales, antes y después de ir al baño, y antes de consumir alimentos, es una de las medidas preventivas más eficaces para evitar el contagio y la propagación de enfermedades. Lavar las superficies o tablas para cortar carnes y verduras antes y después de su uso disminuye la posibilidad de contaminación de alimentos. No comer carne cruda o mal cocida, evitar consumir alimentos no pasteurizados, evitar beber agua no potabilizada, y lavar las frutas y verduras antes de consumirlas son hábitos saludables de prevención y respeto por la salud y cuidado del cuerpo.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Actividades

1. Identifiquen en el siguiente listado las acciones que sean positivas o favorables para la salud, y aquellas negativas o que predisponen al contagio de enfermedades. Márquenlas con X.

2. ¿Qué modificación harían para transformar en positivas las acciones que indicaron como negativas en el punto anterior?

ACCIÓN	POSITIVA	NEGATIVA
Alimentos listos para consumir junto con alimentos crudos.		
Usar guantes durante la manipulación de alimentos.		
Comida o alimento con su envase abierto que no se encuentra refrigerado.		
Lavar la lechuga con abundante agua potable antes de preparar la ensalada.		
No utilizar los mismos cubiertos para preparar la ensalada y cortar la carne cruda.		

LOS CONTROLES BROMATOLÓGICOS SON FUNDAMENTALES PARA EVITAR LA TRIQUINOSIS

Alerta por un brote de triquinosis en Pehuajó

Ya hay 145 personas afectadas por haber comido chorizos de una carnicería que no tenía la habilitación.

Los primeros afectados se detectaron el 4 de enero. Y con el correr de los días, ya son 145 las personas que resultaron afectadas por un brote de triquinosis en la ciudad bonaerense de Pehuajó, cuyos síntomas pueden declararse hasta un mes y medio después. La causa fue la ingesta de chorizos secos –contaminados por los parásitos que causan esta enfermedad– durante las Fiestas.

El consumo de los productos contaminados se produjo entre el 23 de diciembre y el 1.° de enero. Algunos de los damnificados comenzaron a sentir los síntomas de la enfermedad tras regresar a sus lugares de origen, como Tierra del Fuego y en países como Chile y México.

El gobierno bonaerense admitió ayer que se detectó un brote de triquinosis en Pehuajó y precisó que el Municipio clausuró el establecimiento en el que se comercializaba la mayoría de los chacinados contaminados y que "no contaba con la habilitación correspondiente".

El Ministerio de Asuntos Agrarios detalló que funcionarios de esa cartera e inspectores del Senasa tras inspeccionar el predio donde estaban los porcinos, procedieron a enviar a 500 animales a faena controlada para ser analizados por triquinosis.

Las autoridades agregaron que "la carne de los 35 animales que ya fueron faenados, y que resultaron positivos, debe ser termoprocesada en un plazo de 48 horas; caso contrario, será decomisada".

Graciela Mazzieri es una de las damnificadas por el brote. Le dijo a *Diario Popular*: "El más afectado de mi familia es mi pareja, que tuvo fiebre y se le hinchó la cara varios días. A la hija y a mí también nos afectó el brote. Todavía hay gente internada", apuntó.

"Todo surgió –indicó la mujer– por la venta de chorizos secos de una reconocida carnicería que evidentemente no controlaba los cerdos que faenaba".

Luis Crovetto, director de Atención Primaria de la Salud Bonaerense, confirmó que el brote empezó el 4 de enero con tres casos, pero que los síntomas pueden declararse hasta 45 días después. "Los chacinados frescos fueron consumidos entre el 23 diciembre y el 1.° de enero", dijo Crovetto, al tiempo que precisó que hasta el momento hay "145 casos compatibles con triquinosis y el 60% adquirió los chorizos secos en la misma carnicería".

¿Cómo prevenir la triquinosis? Desde el Ministerio de Salud Bonaerense explicaron que la triquinosis es una enfermedad infecciosa producida por un parásito. Se contrae por la ingestión de carne de cerdo contaminada, cruda, mal cocida o mal procesada.

Para prevenirla recomendaron evitar el consumo de carne de cerdo o alguno de sus derivados en cualquiera de esos estados y, ante todo, no comprar embutidos o chacinados que se promocionan como "caseros", porque eso quiere decir que carecen de los controles bromatológicos necesarios para garantizar su inocuidad.

También se recomienda que la gente se abstenga de comprar productos chacinados sin rótulo porque esto indica que el producto no tuvo un control sanitario durante su proceso de elaboración.

Los síntomas en la persona infectada se presentan con más fuerza a medida que pasa el tiempo y el parásito migra a través del cuerpo. Los primeros suelen ser diarrea y calambres abdominales, y después puede presentarse fiebre alta, dolores musculares, dolor de cabeza y debilidad.

Fuente: http://www.clarin.com/sociedad/alerta-brote-triquinosis-Pehuajo_0_1297670436.html (Adaptación).

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Actividades

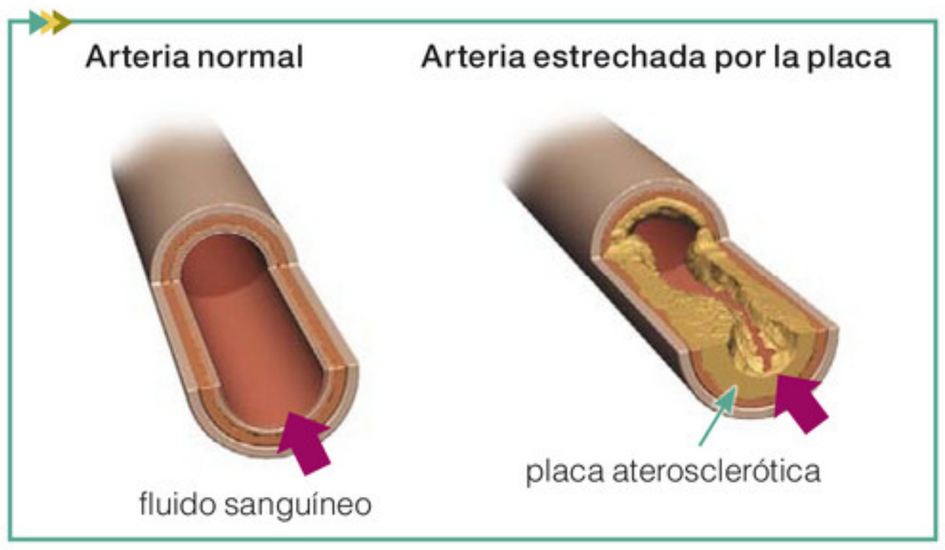
1. Lean el texto y luego resuelvan las consignas.

a. El término "faena" significa trabajo, labor, tarea. ¿Qué significado adquiere el término "faenar" en este texto?

b. ¿Cómo se originó el brote de triquinosis en Pehuajó?

c. ¿Cuáles son las medidas preventivas que no se consideraron y que causaron el brote?

d. Expliquen a qué se refieren las expresiones "faena controlada" y "carne termoprocesada". ¿Por qué son importantes estos procesos?



En la ateroesclerosis, la placa de colesterol puede llegar a obstruir totalmente la arteria.

Los jóvenes y el colesterol

En la actualidad, el porcentaje de niños y adolescentes que presentan un índice alto de colesterol en sangre ha aumentado, sin llegar a valores que comprometan su salud en un tiempo inmediato, pero que los predispone a padecer **hipercolesterolemia** en el futuro y los hace vulnerables a contraer enfermedades relacionadas, como las patologías cardiovasculares.

¿Por qué una enfermedad que históricamente se relacionaba con los adultos mayores se presenta ahora en niños y adolescentes? Esto tiene mucho que ver con la falta de hábitos saludables: una dieta alimentaria incorrecta y la vida sedentaria.

El **colesterol** es un lípido o grasa que se encuentra en el organismo y que cumple en él importantes funciones, por ejemplo formar parte de la membrana plasmática de las células, vitaminas y hormonas. Por esta razón, es necesario mantener los niveles adecuados de colesterol en el cuerpo.

El origen u obtención del colesterol en el cuerpo se realiza por dos vías:

- **origen endógeno**: el que se sintetiza en el hígado, es el más abundante.
- **origen exógeno**: el que se obtiene a partir de los alimentos en la dieta diaria: carnes, productos lácteos enteros, huevos, manteca y mariscos.

Por ambas vías se originan dos tipos de colesterol: el LDL, más conocido como colesterol malo, y el HDL o colesterol bueno. El **HDL** (lipoproteínas de alta densidad) son moléculas de colesterol asociadas a proteínas de alta densidad que se encargan de retirar el colesterol sobrante de los vasos sanguíneos para conducirlo al hígado, donde se lo almacena para metabolizarse y convertirse en otros productos, o se expulsa. La caracterización de colesterol "bueno" se debe a su capacidad de limpiar las arterias de colesterol malo, ya que no se adhiere a las paredes de las arterias.

El **LDL** (lipoproteínas de baja densidad) son moléculas de colesterol unidas a proteínas de baja densidad. Transportan el colesterol desde el hígado hacia todas las células. Cuando las moléculas de LDL se encuentran en exceso, se acumula y deposita en las células que forman las paredes internas de las arterias, lo que genera placas llamadas **ateromas**; de este modo se va estrechando el espacio de la arteria, con lo que se bloquea el paso de la sangre. Esto no ocurre solo por el exceso de LDL en sangre, sino por la capacidad de adherencia a las paredes que presenta esta molécula. Las arterias se endurecen por la presencia de ateromas (ateroesclerosis), lo que puede conducir a patologías cardiovasculares, como un infarto o un ACV.

Se consideran valores saludables de colesterol en sangre cuando el HDL se encuentra en una concentración mayor a 40 mg/dl, el LDL menor a 100 mg/dl y un valor de colesterol total por debajo de los 200 mg/dl. Para lograr o mantener estos valores adecuados de colesterol en sangre, solo basta con realizar ejercicios físicos, con mantener una dieta saludable y rica en frutas, verduras, legumbres y hortalizas, consumir más pescado y disminuir la ingesta de carnes rojas.

A la hipercolesterolemia se la llama "el asesino silencioso" porque no tiene síntomas, no manifiesta dolor o signos. Por eso, es muy importante mantener controles médicos con cierta regularidad.

Para conocer más

Díaz, A. *Biotecnología en todos lados. En los alimentos, la medicina, la agricultura, la química… ¡y esto recién empieza!,* Buenos Aires, Siglo XXI, Colección Ciencia que ladra, 2005.

Golombek, D., *El nuevo cocinero científico. Cuando la ciencia se mete en la cocina,* Buenos Aires, Siglo XXI, Colección Ciencia que ladra, 10.ma edición, 2015.

Plata Rosas, Luis J., *Un científico en el museo de arte moderno. Encuentros cercanos entre el arte y la ciencia,* Buenos Aires, Siglo XXI, Colección Ciencia que ladra, 2011.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Los alimentos y el arte

Pinturas rupestres encontradas en una caverna en kwaZulu-Natal. Muestran una progresión de figuras humanas y animales.

A través del arte podemos ver que los alimentos no solo son importantes para el ser humano porque le aportan los nutrientes que su cuerpo necesita para crecer y desarrollarse, también son fuente de inspiración para los artistas. Han sido y son elementos fundamentales en muchas obras de arte realizadas sobre diversas superficies, utilizando diferentes técnicas, en representaciones concretas o abstractas desde la prehistoria hasta nuestros días.

En el **arte primitivo africano**, los alimentos han estado presentes en escenas de la vida cotidiana en las que el alimento tenía un rol protagónico, la supervivencia.

Giuseppe Arcimboldo, *Las cuatro estaciones* (1573).

En el siglo XVI, el pintor italiano Giuseppe Arcimboldo (1527-1593), considerado el **surrealista del Renacimiento**, utilizó frutas y verduras para representar rostros humanos. Una de las obras más sobresalientes fue el retrato de *Las cuatro estaciones*, en la que Arcimboldo plasma en la tela rostros humanos utilizando frutas y verduras propias de la estación que representa en cada cuadro.

En la segunda mitad del siglo XIX, el artista francés Paul Cézanne realizó una serie de obras pictóricas a las que denominó *Naturaleza muerta*, en las que las frutas dominaban la imagen. Cézanne se desarrolló durante el post impresionismo y se lo consideró el padre del **arte moderno**. Sus obras fueron fuente de inspiración para el arte del siglo XX.

Paul Cézanne, *Naturaleza muerta* (1877).

En la actualidad, el **bioarte** es la expresión del arte contemporáneo plasmada en la fusión de la biotecnología y el arte, involucrando los avances en el conocimiento científico y la tecnología. El bioarte es una manifestación artística y, al mismo tiempo, un elemento de divulgación científica, ya que manifiesta los conocimientos científicos que han permitido desarrollar esa tecnología que posibilita la obra de arte. El bioarte utiliza la biotecnología como medio para vehiculizar el deseo del artista, su expresión, su mensaje. Esta expresión artística no solo utiliza alimentos en sus obras, también lo hace a través de células, tejidos o microorganismos, entre otros.

Eduardo Kac, *Génesis* (1998/99).

Actividades

1. Armen grupos de cuatro integrantes y resuelvan las consignas. El objetivo es que sinteticen los conocimientos de un tema específico en una obra de arte que exprese los conceptos básicos más importantes de ese tema puntual.

a. Seleccionen uno de los temas desarrollados en este capítulo.

b. Realicen un bosquejo que refleje la forma en que quieren representar el tema seleccionado.

c. Seleccionen los materiales con los que realizarán su trabajo.

d. ¡Manos a la obra!

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

1. Resuelvan las siguientes consignas.

a. ¿Cuáles son los nutrientes que aportan los alimentos?

b. Expliquen las funciones del agua en el organismo.

c. ¿Pueden incorporarse al organismo grandes cantidades de vitaminas liposolubles? ¿Por qué?

d. ¿Qué alimentos se deberían consumir para obtener hierro y calcio? ¿Cuál es la importancia de esos nutrientes en el organismo?

e. ¿Qué son los aminoácidos esenciales? ¿Cómo se obtienen?

2. Completen el cuadro.

	Composición	Nutrientes que aporta	Función de los nutrientes en el organismo
Fideos			
Cereales			
Tomate			
Puré de papas			

3. ¿Qué funciones desempeñan las proteínas? Escriban ejemplos.

4. Indiquen cuáles son los polisacáridos de reserva y cuáles, los estructurales.

5. El embarazo y la niñez son dos etapas en las cuales el requerimiento de calcio en el organismo aumenta. ¿Por qué?

6. Justifiquen la siguiente afirmación: "Una dieta debe ser completa, equilibrada y adecuada. Debe contener agua, minerales, hidratos de carbono, lípidos y proteínas".

7. En la introducción a este capítulo se describe un momento familiar, léanlo y respondan.

a. ¿Cuáles pueden ser las razones por las que el abuelo no debe comer lo mismo que su nieto?

b. Teniendo en cuenta la edad de Pedro y su buen estado de salud, ¿cubre su cena todos los requerimientos nutricionales que necesita? ¿Qué le agregarían o le quitarían a su cena? Fundamenten su respuesta.

c. ¿Cuáles de los nutrientes en la cena de Pedro no son adecuados para el abuelo? Fundamenten su respuesta.

8. Las siguientes situaciones pueden provocar una enfermedad. ¿Por qué? ¿De qué enfermedad se trata?

a. Hamburguesa que se nota algo cruda en su interior.

b. Manipular alimentos crudos y cocidos sobre una misma superficie y con los mismos utensilios.

9. Expliquen las causas de origen biológico y de origen químico que originan la contaminación de los alimentos.

10. Lean el artículo y respondan las preguntas.

El *snackeo* crece y ya se lo considera como una quinta comida

El ritmo de vida urbano y el comer apurado, de rato a rato, generaron el nacimiento de la "quinta comida" del día. Así lo determinó una encuesta que se realizó en las grandes ciudades del país. El trabajo, del Centro de Estudios sobre Nutrición Infantil Dr. Alejandro O'Donell (CESNI), precisó que el 80% de los encuestados además de desayuno, almuerzo, merienda y cena, realizan *snacking*. ¿De qué se trata? De cualquier alimento ingerido entre las comidas tradicionales. La investigación concluyó que lo practica el 80% de la población independientemente de su edad. ¿El alimento elegido? Según el caso, una manzana, un yogur o un paquete de palitos. La nutricionista María Elisa Zapata, investigadora adjunta del CESNI, señala que esta nueva comida "no tiene por qué asociarse con obesidad o con un hábito negativo". La preocupación pasa por otro aspecto. Según el estudio, solo un tercio de la población elige para *snackear* alimentos saludables. Otro tercio come los considerados poco saludables. El último tercio practica un *snacking* mixto. Una dieta rica en grasas, azúcares y sodio aumenta el riesgo de sufrir trastornos como obesidad, colesterol e hiperglucemia. "El *snackeo* puede disminuir la calidad de la dieta, pero también es oportunidad para mejorarla a partir del consumo de frutas, lácteos y otros alimentos de buena calidad nutricional", señala Esteban Carmuega, director del CESNI.

Fuente: http://www.clarin.com/sociedad/snackeo-alimentacion_0_1357664261.html (Adaptación).

a. ¿Qué significa realizar *snacking*?

b. ¿Es bueno o es malo *snackear*? ¿Por qué?

c. El *snackeo* no es un hábito negativo pero sí puede disminuir la calidad de la dieta. ¿Por qué?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Herencia

5

Contenidos

> Herencia de las características
> Genes y cromosomas
> Herencia mendeliana
> Herencia no mendeliana
> Desequilibrios hereditarios en el ser humano

Siempre encontramos rasgos parecidos entre dos personas… "Tiene los ojos de la madre, tiene la nariz del padre…". Estas son frases que escuchamos de alguna señora o señor, amigos de mamá o papá, cuando nos ven por primera vez. ¿Por qué tenemos algunos rasgos parecidos a uno u otro padre? ¿No somos una mezcla de ambos? En general, tenemos algunas características que son como las de mamá, y otras como las de papá. Otras veces, podemos encontrar un rasgo intermedio entre ambos. La **genética** estudia la herencia de las características y las leyes que regulan esa herencia. Puede explicarnos y predecir, en la mayoría de los casos, cómo serán las características de los hijos, si se conoce la composición genética de los padres.

EN ESTE CAPÍTULO...

Se explica la relación entre los genes y las características de los organismos, y cómo se heredan los genes de padres a hijos. Se analizan las leyes de la genética y las alteraciones genéticas heredables que producen desequilibrios en el funcionamiento normal del organismo humano.

Contenido digital adicional

www.tintaf.com.ar/NBIO2C5

Herencia de los caracteres

Sabemos que compartimos características con los miembros de nuestra familia. Podemos tener el mismo color de ojos que la abuela, los rulos de la tía o la nariz de papá. Aunque es muy frecuente buscar y encontrar estos parecidos, tenemos que saber que solo heredamos nuestras características de nuestros padres.

Todos los seres humanos se originan a partir de la unión de un óvulo y un espermatozoide. Cada óvulo o espermatozoide contiene la mitad de la información genética del individuo. Durante la fecundación, cada padre aporta una copia de su ADN (ácido desoxirribonucleico), y se reúne así toda la información necesaria para constituir un organismo completo. Es por eso que los hijos no son idénticos a los padres, sino que poseen rasgos de uno u otro, y en conjunto se genera un individuo distinto de ellos. Tampoco los hermanos que son hijos de los mismos padres son iguales (a menos que sean gemelos). Esto se debe a que en la meiosis, proceso de formación de las gametas, se produce la variabilidad genética, es decir, se recombina la información para las características de cada individuo de modo diferente, lo que hace que cada gameta sea diferente.

El proceso a través del cual los seres vivos transmiten las características de padres a hijos se llama **herencia**.

La **genética** es la rama de la Biología que estudia la herencia y la variabilidad de las características en los seres vivos, así como las leyes que regulan esa herencia y cómo se producen las variaciones.

Actividades

1. Respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Por qué los hermanos que son hijos de los mismos padres no son iguales?

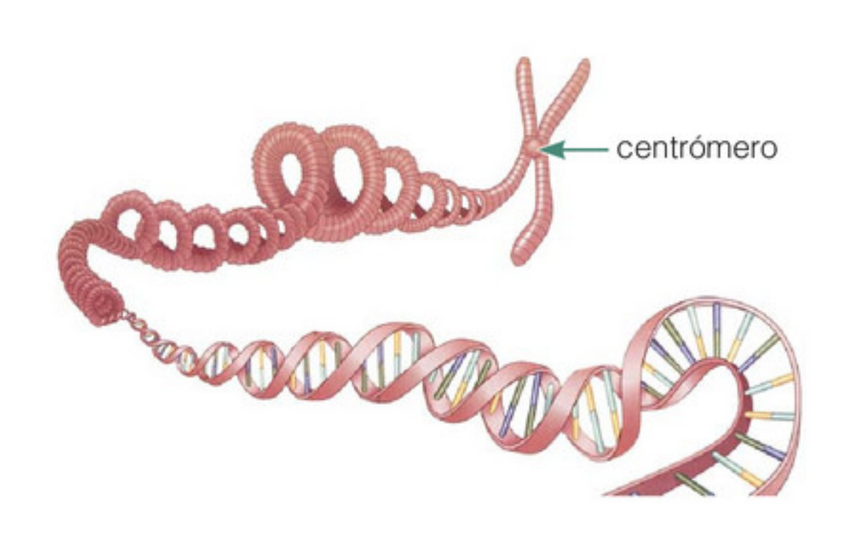
b. ¿Qué diferencia existe entre la cromatina y los cromosomas?

c. ¿Cómo están compuestos la cromatina y los cromosomas?

Genes y cromosomas

La mayor parte de la información genética se encuentra en el núcleo de la célula, pero podemos hallarla también en otras organelas, como las mitocondrias y, en el caso de los organismos eucariotas que realizan fotosíntesis, en los cloroplastos. El ADN del núcleo celular está asociado a proteínas (histonas, en su gran mayoría). En ese ADN se encuentra toda la información necesaria para la síntesis de proteínas y el control de todas las funciones celulares.

Durante la vida normal de la célula, la información genética debe ser leída; es por eso que el ADN unido a proteínas se encuentra "desenrollado" dentro del núcleo. Cuando el ADN tiene esta disposición en el núcleo, se dice que se encuentra en estado de **cromatina**. Cuando la célula comienza a dividirse, la cromatina se condensa o compacta para formar los **cromosomas**. De esta manera, podemos decir que la cromatina y los cromosomas están formados por los mismos componentes y que solo difieren en el estado de condensación. Solo podemos encontrar cromosomas cuando la célula está en proceso de división, es decir, en mitosis o en meiosis. Los cromosomas facilitan la distribución del material genético durante la división celular. Durante la mitosis, que el ADN esté compactado en cromosomas facilita que cada nueva célula reciba exactamente la misma información genética que la célula madre y, durante la meiosis, que cada una reciba la mitad de la información.



La cromatina se condensa para formar los cromosomas cuando comienza la división celular.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

El **cariotipo** es el conjunto de cromosomas característicos de cada especie, que difieren en el número y en su forma. Un cariotipo normal humano posee 46 cromosomas (23 pares) en cada célula del cuerpo (célula somática), mientras que una gameta (óvulo o espermatozoide) contiene la mitad, es decir 23 cromosomas, ya que estas se originan luego de una división por meiosis. Los cromosomas son dobles (o dos cromátidas) antes de la división celular, y tienen la información duplicada. Al final de una división (tanto en mitosis como en meiosis), los cromosomas se encuentran formados por una sola cromátida, es decir que son cromosomas simples.

El estado de cromatina (ADN desenrollado) de la célula permite leer la información genética que posee y la síntesis de las proteínas necesarias para el funcionamiento celular normal de todo organismo. La información genética está organizada en unidades de información para una característica o función determinada, que se denominan **genes**. Esto significa que tenemos genes que poseen información para determinar nuestro grupo sanguíneo, para el color de nuestros ojos o para producir las proteínas que forman la piel o el pelo.

Los genes están distribuidos en los cromosomas. Cada cromosoma tiene un grupo de genes específicos, aunque puede haber algún gen particular con copias en más de un cromosoma. En las células somáticas humanas, los cromosomas se disponen de a pares. A los cromosomas que forman cada par se los denomina **homólogos**. Cada cromosoma del par homólogo tiene la misma disposición de genes, aunque la información que lleva cada uno no sea la misma, ya que cada uno procede de un progenitor diferente. Por ejemplo, el gen que determina el tipo de cabello se encuentra en un par de cromosomas homólogos, y puede contener la información para producir cabello rizado o cabello lacio. El conjunto de toda la información genética que tiene un organismo o una especie se denomina **genoma**. Se estima que el genoma humano posee entre 20.000 y 25.000 genes.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Actividades

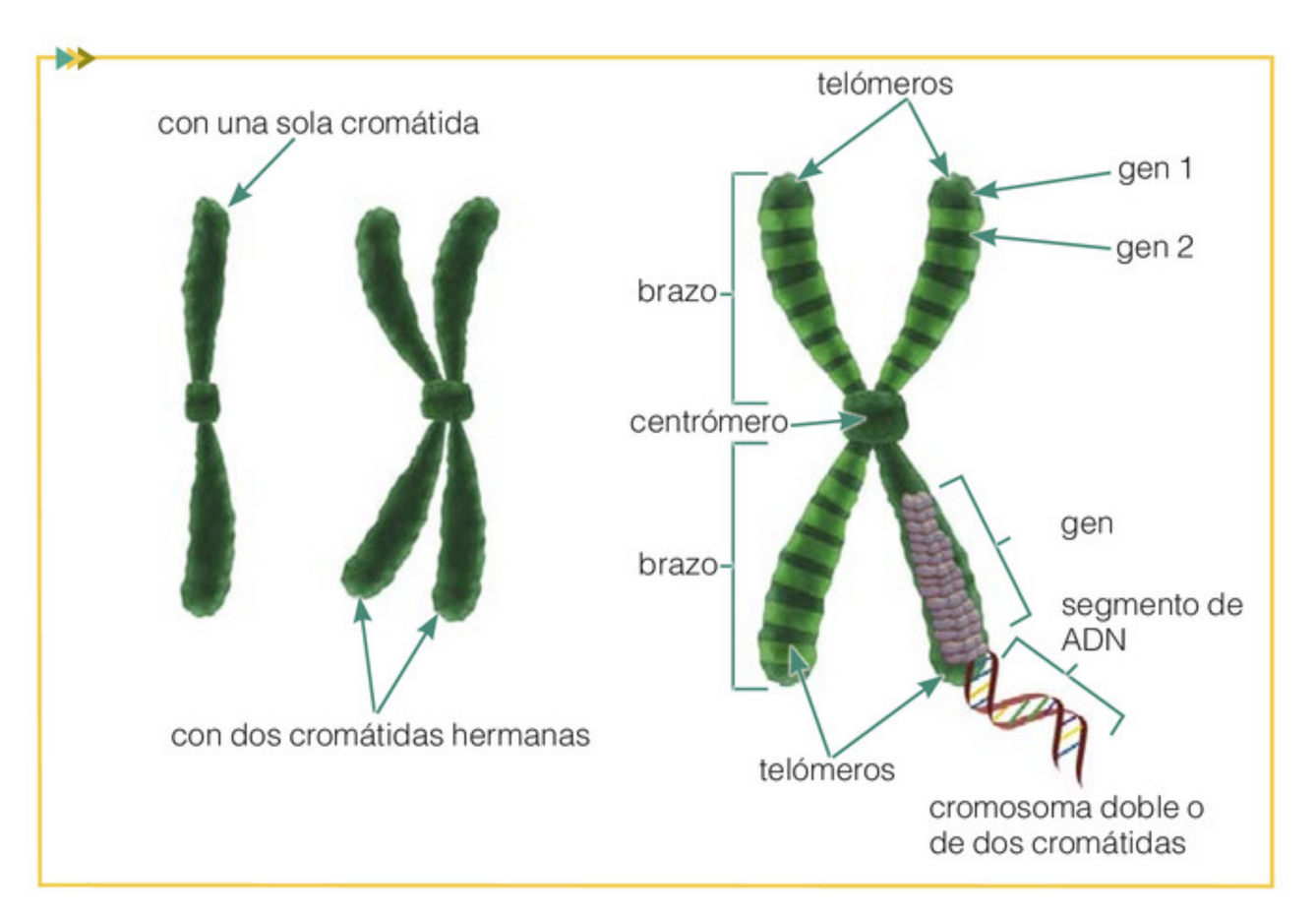
1. Expliquen cómo son los cromosomas antes y después de la división celular.

2. Respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Qué es un gen? ¿En qué parte de la célula está?

b. ¿Qué características tienen los cromosomas homólogos?

c. ¿A qué se denomina genoma?



Los cromosomas pueden estar dispuestos como cromosomas simples o de una cromátida, o como cromosomas dobles o de dos cromátidas. Los primeros son los que se hallan al final de la división celular. Los dobles presentan dos cromátidas con idéntica información y se encuentran al comienzo de una división celular.

Herencia mendeliana

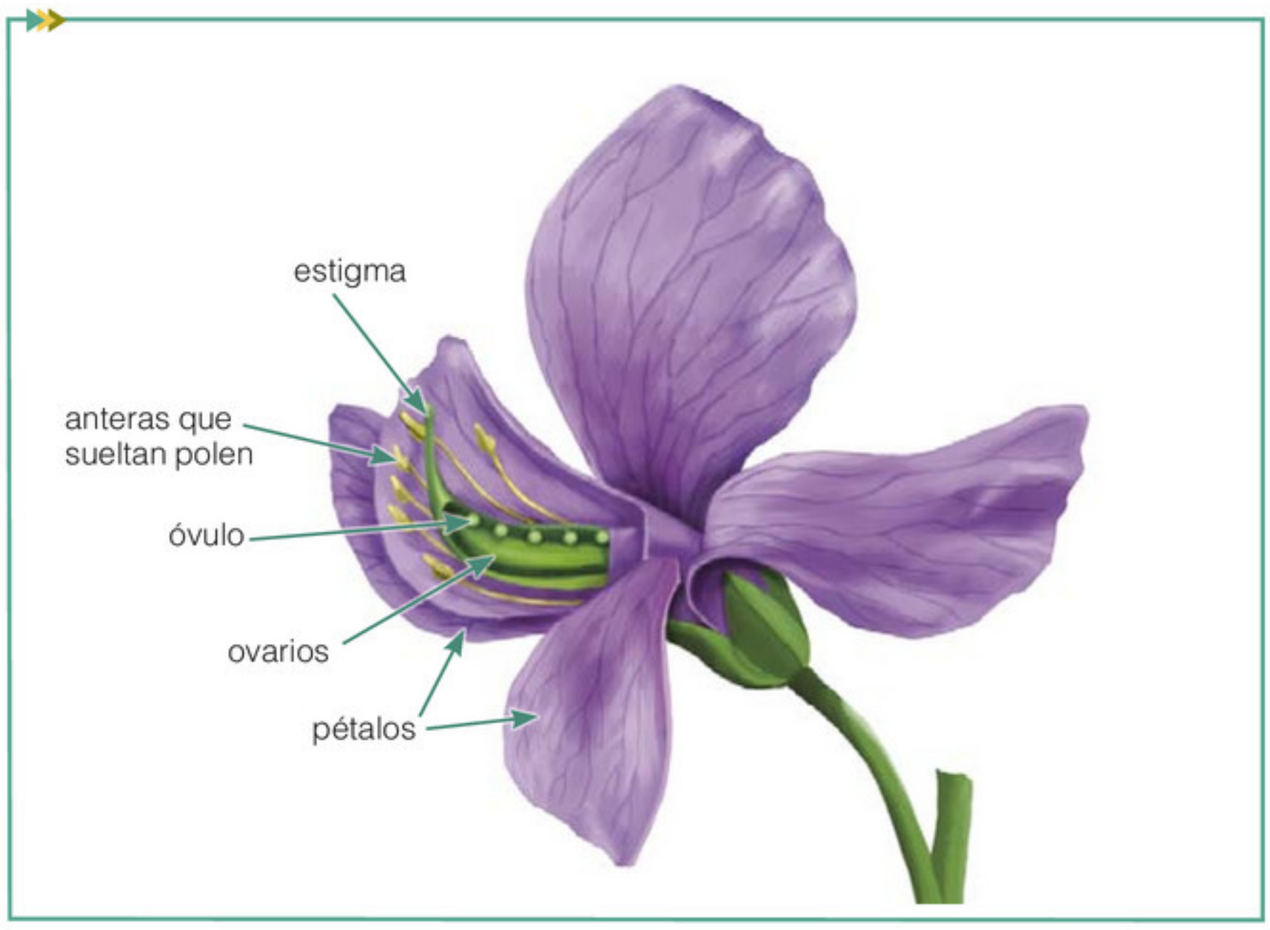
Gregor Mendel (1822-1884).

Los estudios de cómo heredamos cada uno de nuestros rasgos comenzaron en 1865 con Gregor Mendel. Si bien realizó sus experimentos con plantas de arvejas, los resultados que obtuvo valen para cualquier organismo. En esa época no se conocía cuál era el material que llevaba la información genética ni cuál era el mecanismo que transmitía esa información de generación en generación. Mendel llegó a conclusiones que hoy conocemos como las **leyes de Mendel** y que se pueden comprobar y explicar con la genética moderna. Él estudió siete características de las plantas de arvejas, como el color y la textura de la semilla, y el color de las flores, entre otras. Cada una de estas características posee dos variantes. Por ejemplo, el color de las semillas podía ser amarillo o verde, la textura, lisa o rugosa, y las flores, blancas o de otro color. Mendel afirmaba que cada individuo tenía un par de factores determinantes para cada característica, que se separaban cuando se formaban las gametas y se volvían a unir durante la fecundación. Estos factores hereditarios de los cuales hablaba Mendel son los que, en 1909, Wilhelm Johannsen denominó *genes*. Cada variante para cada gen o característica recibe hoy el nombre de **alelo**. A lo postulado por Mendel, hoy se lo conoce como la **Primera Ley de Mendel**.

Cuando, en los seres humanos y en muchos animales con reproducción sexual, se unen dos gametas, el cigoto resultante hereda los cromosomas del óvulo, portadores de los genes con los alelos maternos, y los cromosomas del espermatozoide, portadores de los genes con los alelos paternos. Las células como el cigoto, que tienen los pares de cromosomas homólogos, se llaman **células diploides**. En cambio, las gametas son **células haploides**, ya que tienen un solo cromosoma de cada par homólogo, es decir que tienen la mitad de la información genética.

Así se trabaja en ciencias

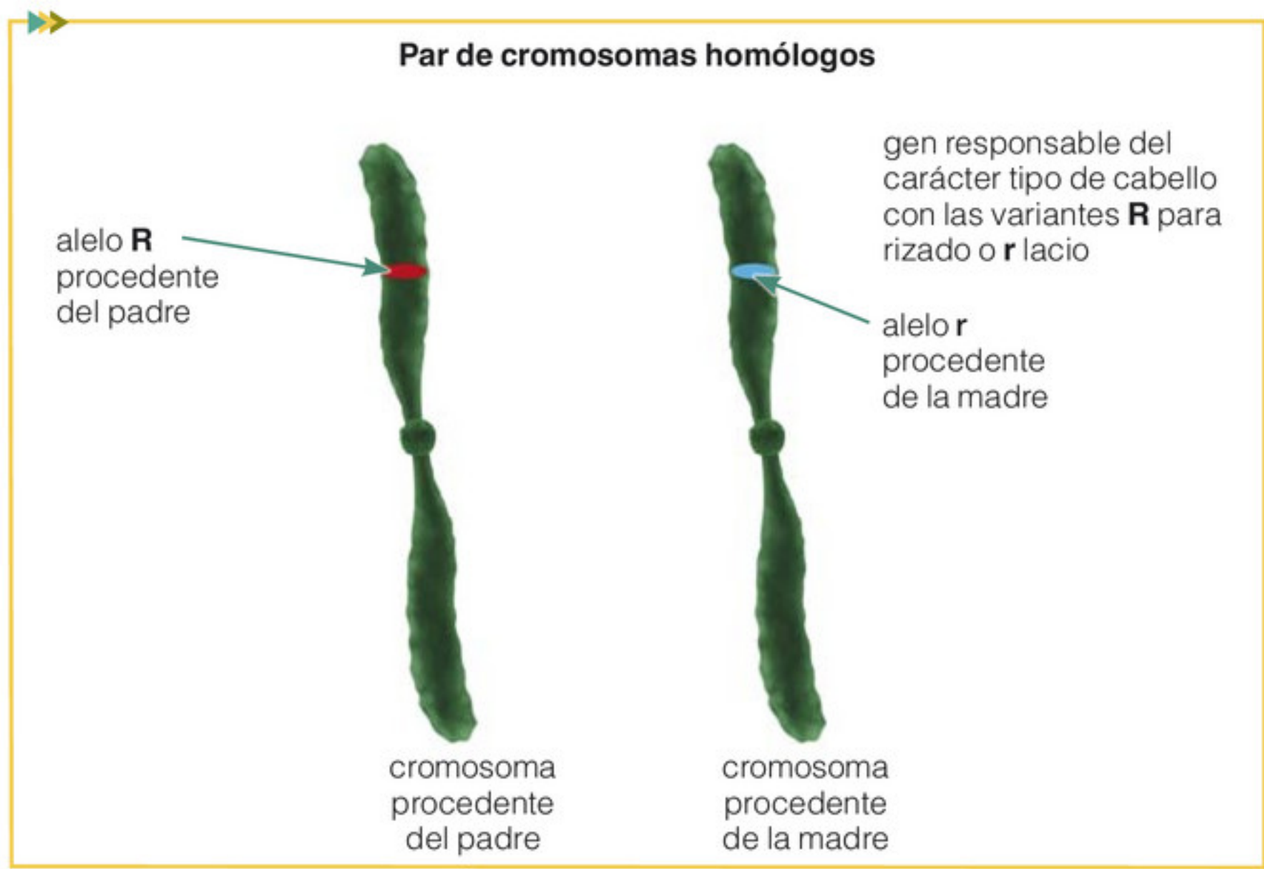
La Biología es una ciencia dinámica, es decir que puede cambiar: lo que un científico dice será válido hasta que otro proponga y demuestre lo contrario. El conocimiento atraviesa continuas modificaciones, a partir de las nuevas investigaciones. En la genética también hay variantes. Por ejemplo, algunos autores postulan tres leyes de Mendel y otros, solo dos. Esto se debe a que agrupan de distinto modo los postulados de cada una de ellas.



Planta de arvejas (*Pisum sativum*) estudiada por Gregor Mendel.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Como se mencionó, cada cromosoma homólogo contiene los mismos genes, aunque puede poseer diferentes alelos. La posición de cada gen en cada cromosoma se mantiene en condiciones normales, y cada lugar donde se ubica un gen (o un alelo de este) se denomina **locus**. Por ejemplo, para la característica o rasgo relacionado con el tipo de cabello, cada cromosoma homólogo posee el mismo gen, aunque en un cromosoma pueda tener el alelo que produce cabello rizado y en el otro, el alelo para el cabello lacio.



Cada cromosoma del par homólogo posee los mismos genes, aunque la información puede ser diferente.

Si un individuo recibe un alelo distinto de cada progenitor, suele observarse o expresarse uno de ellos, mientras que el otro queda oculto. El alelo que se expresa se denomina **alelo dominante** y el oculto, **alelo recesivo**. Por convención, se toma la inicial en mayúscula del alelo dominante para representar al alelo dominante, en este caso **R** (alelo cabello rizado) y la inicial del alelo dominante en minúscula para el alelo recesivo, **r** (alelo cabello lacio).

Según la combinación de alelos que posea cada uno de los padres, pueden producirse nuevas combinaciones en los descendientes. La constitución genética o combinación de alelos para uno o más genes en un individuo se denomina **genotipo**. Esto significa que, si un individuo posee dos alelos iguales, es homocigota para ese gen, pero será **homocigota dominante** si ambos alelos son dominantes (**RR**) y **homocigota recesivo** si los dos alelos son recesivos (**rr**). En el caso de que los alelos sean diferentes, se dice que es un genotipo **heterocigota** (**Rr**). De este modo, un individuo con genotipo homocigota dominante o heterocigota tendrá cabello rizado, mientras que si tiene genotipo homocigota recesivo, tendrá cabello lacio. La manifestación de la característica, es decir lo que uno observa de algún modo, se denomina **fenotipo**. El fenotipo no está determinado solo por el genotipo, sino también por las circunstancias ambientales. Se puede afirmar que el fenotipo es el resultado de la acción de los genes expresada en un ambiente determinado.

Anotar las dudas

Cuando estudien en casa y surja una duda o una dificultad para comprender un dato, conviene anotar un signo de interrogación (?) en el margen de la hoja del libro o de la carpeta, para acordarse de preguntar al docente en clase por este tema.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Herencia de un gen con dos alelos

Así se trabaja en ciencias

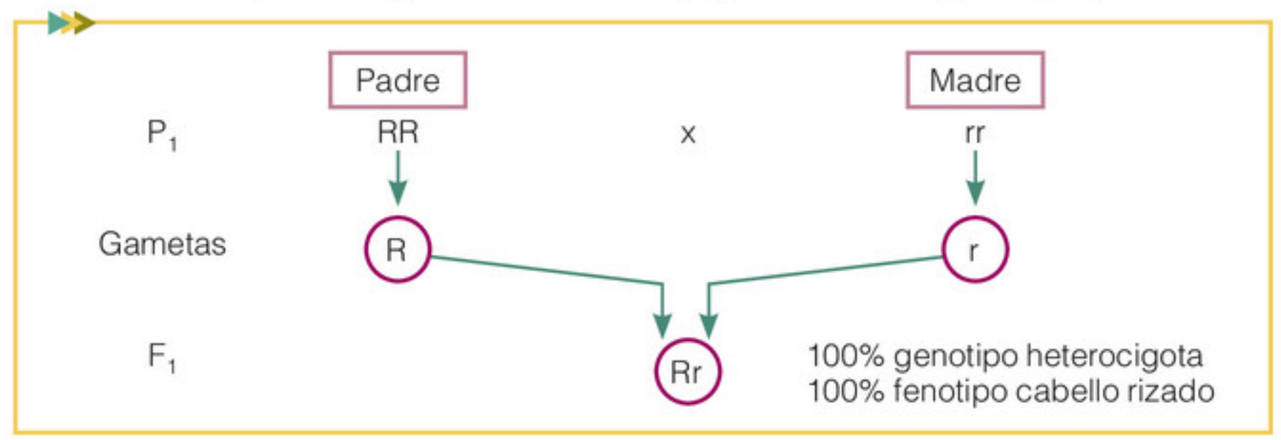
Para facilitar la comprensión y el análisis de ciertos procesos, el trabajo científico recurre en muchas ocasiones al uso de convenciones.

Las convenciones son normas no escritas, adquiridas por el uso, que se emplean de modo consensuado y que todos deben interpretar del mismo modo. Por ejemplo, en los esquemas de genética, el uso de la **x** para indicar reproducción sexual es una convención.

Cuando se estudia un solo gen, como en el caso del tipo de cabello, se puede realizar los siguientes procedimientos para obtener todas las posibilidades que existen a partir de la cruza de dos progenitores.

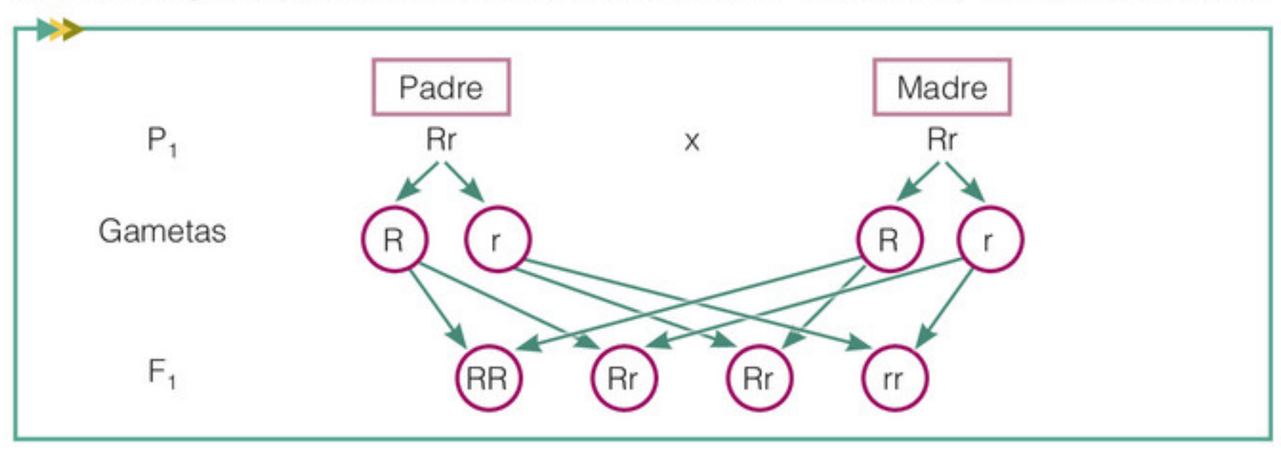
En primer lugar, se plantea a los parentales (P), es decir, los padres en el primer cruzamiento. Si el padre posee un genotipo homocigota dominante para el tipo de cabello, es decir que tiene cabello rizado, y la madre posee un genotipo homocigota recesivo y, por lo tanto, tiene cabello lacio, se puede realizar el siguiente esquema.

Cuando cada individuo produzca sus gametas en la meiosis, cada una llevará el único alelo disponible según su genotipo: el padre producirá gametas con el alelo **R** para el gen tipo de cabellos, mientras que todas las gametas de la madre poseerán el alelo **r**. De la fecundación de esas gametas se obtendrá la primera generación o filial (F_1) con un solo genotipo posible: **Rr**.



Tipos de cabello: lacio y rizado.

Ahora bien, si dos individuos heterocigotas como los de la F_1 se cruzan, las proporciones probables en fenotipos y genotipos serán las siguientes: estos individuos producirán, en el proceso de meiosis, solo dos tipos de gametas en iguales proporciones, las que porten el alelo **R** y las que lleven el **r**.



♀ \ ♂	R	r
R	RR	Rr
r	Rr	rr

Los resultados del cuadro de Punnett permiten calcular probabilidades o porcentajes de los genotipos que se pueden obtener, no cantidad de individuos obtenidos.

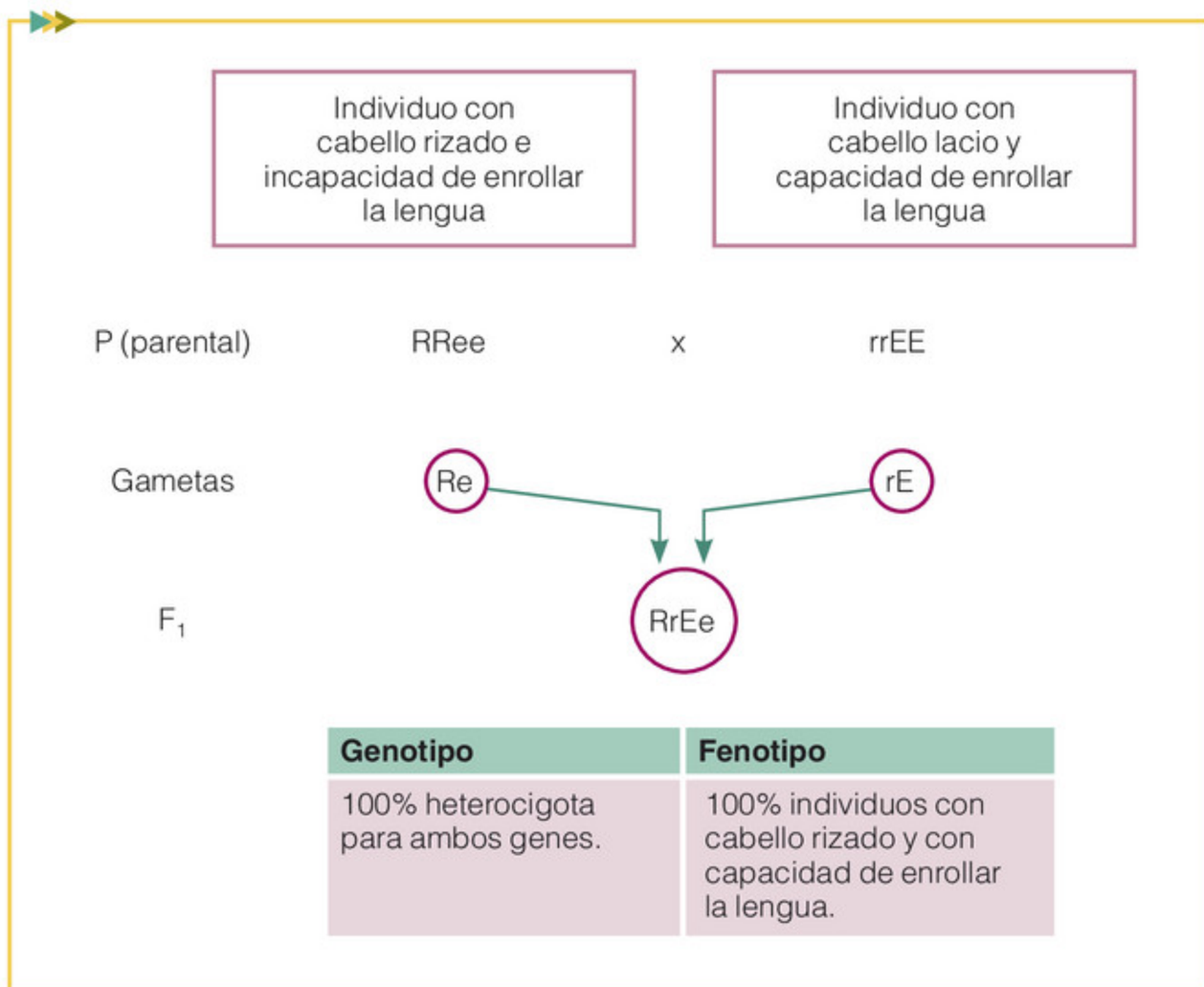
Una forma más práctica y gráfica para representar la cruza entre dos individuos es con el **cuadro de Punnett**. En la primera fila se ubican todas las gametas posibles de un parental, y en la primera columna, las del otro parental. En los casilleros donde se juntan las gametas se obtienen todos los genotipos. Se calculan los porcentajes de cada genotipo y se estiman las probabilidades de la aparición de cada genotipo y, por ende, de los fenotipos.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Herencia de dos genes con dos alelos

Mendel no solo estudió cómo se heredan los genes, también se ocupó de ver qué sucedía cuando se analizaban dos características (o genes) a la vez. Entre las diferentes características que eligió, estudió la herencia del gen color de la semilla (amarilla o verde) junto con la textura o forma de la semilla (lisa o rugosa). Dedujo, según los resultados obtenidos, que los alelos de un gen se separan del otro cuando se forman las gametas. Esto se conoce como la **Segunda Ley de Mendel**.

Para analizar la Segunda Ley de Mendel, se retoma el ejemplo del tipo de cabello y se le agrega otro rasgo: la capacidad de enrollar la lengua en U. Para este último carácter, el alelo que otorga la capacidad de enrollar la lengua domina sobre el de incapacidad de enrollar la lengua; por ende, representaremos con la letra **E** al alelo que posibilita, y con **e** al que no. Si se parte de dos individuos homocigotas para ambos caracteres pero con distintos fenotipos, se puede realizar el siguiente esquema.



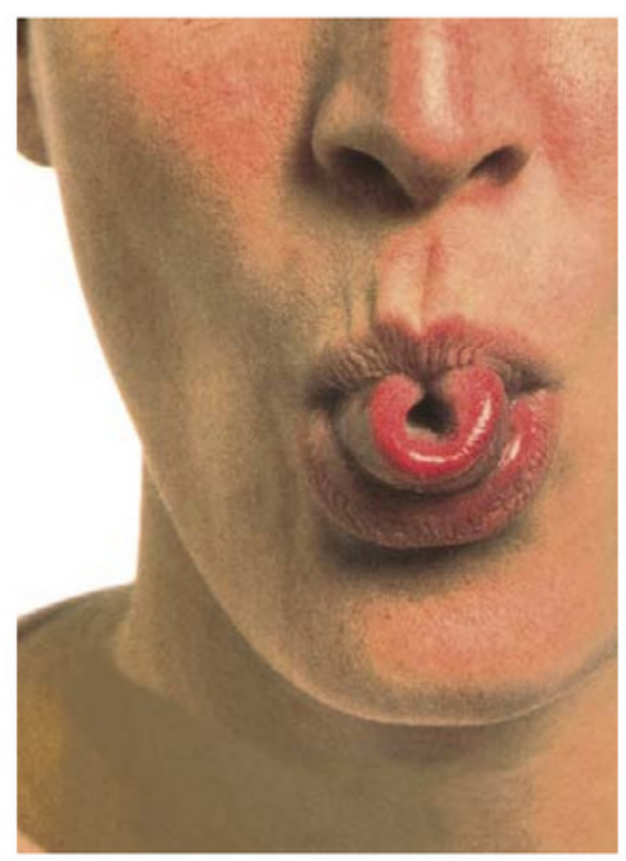
Genotipo	Fenotipo
100% heterocigota para ambos genes.	100% individuos con cabello rizado y con capacidad de enrollar la lengua.

Con este resultado, se puede afirmar que todos los individuos de esta cruza tendrán el mismo fenotipo y el mismo genotipo.

¿Qué sucede cuando se cruzan dos individuos de esta F_1? Se obtiene una gran variedad de genotipos y fenotipos diferentes de los de partida, tal como Mendel obtuvo durante las cruzas que realizó. Él observaba una proporción fenotípica que se repetía siempre cuando analizaba pares de características en la planta estudiada. Esas proporciones se obtenían si y solo si se formaban cuatro tipos de gametas diferentes, en proporciones idénticas. Es decir, en un individuo de la F_1, con genotipo RrEe, se podrán formar las siguientes gametas: RE, Re, rE y re. Es decir, todas la combinaciones posibles entre un alelo de un gen con un alelo del otro.

Actividades

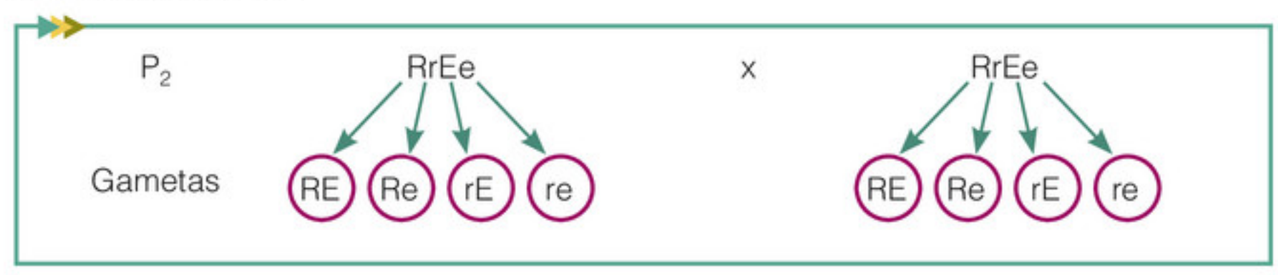
1. En los seres humanos la piel pecosa es codificada por un alelo dominante (P). El alelo recesivo (p) informa para ausencia de pecas. Otro par de alelos informa para el lóbulo de la oreja libre (D) y pegado (d). Indiquen las proporciones fenotípicas y genotípicas de la descendencia entre dos padres pecosos con lóbulo libre, uno homocigota dominante y otro heterocigota para ambos caracteres.



La capacidad de enrollar la lengua es un rasgo humano determinado por un solo gen con dos alelos.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Esto ocurre cuando ambos genes (tipo de cabello y capacidad de enrollamiento de la lengua) están en cromosomas diferentes, o en el mismo cromosoma y se separan durante la meiosis. Si los dos genes se encuentran en el mismo cromosoma, la separación puede ocurrir durante el entrecruzamiento o *crossing-over* (también llamado *intercambio genético*). En el caso de encontrarse en diferentes cromosomas, cada cromosoma del par de homólogos migrará hacia cada polo de manera independiente y al azar durante la meiosis. De este modo, se puede obtener cualquier combinación de alelos. Así, en un individuo heterocigota para ambos genes, es la migración independiente y al azar de los cromosomas homólogos (durante la anafase I de la meiosis) lo que permite generar las cuatro gametas antes descriptas.



Para realizar la F_2, es decir la cruza entre todas estas gametas de cada individuo, y obtener todos los genotipos y fenotipos posibles con sus probabilidades de ocurrencia, se elabora el cuadro o grilla de Punnett.

♀ \ ♂	RE	Re	rE	re
RE	RREE	RREe	RrEE	RrEe
Re	RREe	RRee	RrEe	Rree
rE	RrEE	RrEe	rrEE	rrEe
re	RrEe	Rree	rrEe	rree

Del análisis del cuadro se deduce que la probabilidad de obtener en la F_2 un individuo con:

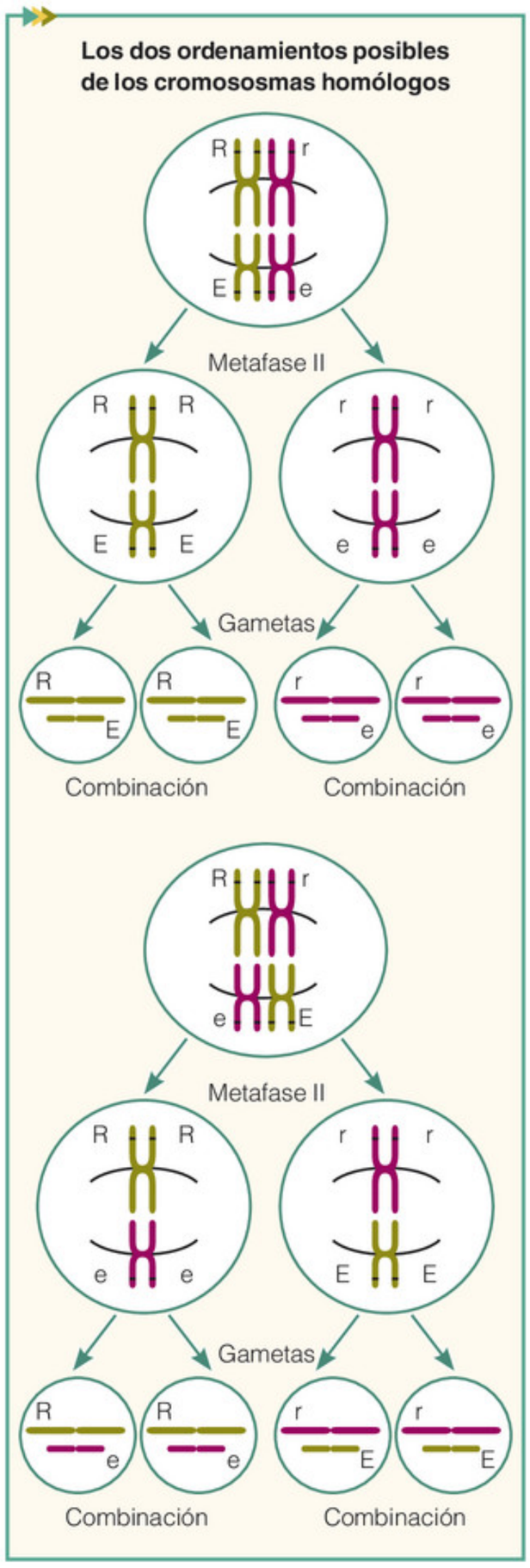
- cabello rizado y capacidad de enrollar la lengua, será de 9/16
- cabello rizado e incapacidad de enrollar la lengua, será de 3/16
- cabello lacio y capacidad de enrollar la lengua, será de 3/16
- cabello lacio e incapacidad de enrollar la lengua, será de 1/16

Esto da una proporción de 9:3:3:1, como las que obtenía Mendel en sus experiencias cuando analizaba dos características a la vez.

Cada fenotipo mencionado está formado por uno o más genotipos. Por ejemplo, para el fenotipo cabello rizado y capacidad de enrollar la lengua es 1/16 RREE, 2/16 RREe, 2/16 RrEE y 4/16 RrEe, que se representa del siguiente modo: R_E_, donde el guión bajo representa cualquier alelo. Esto sucede porque, para que posea cabello rizado y capacidad de enrollar la lengua, debe haber en la composición genotípica al menos un alelo dominante para cada gen. El fenotipo cabello rizado e incapacidad de enrollamiento de la lengua se observa en individuos con el genotipo R_ee (1/16 RRee, 2/16 Rree).

El fenotipo cabello lacio y capacidad de enrollar la lengua tiene los genotipos rrE_ (1/16 rrEE y 2/16 rrEe).

Solo para el fenotipo doble recesivo, con cabello lacio e incapacidad de enrollar la lengua, el genotipo es 1/16 rree.



Durante la metafase I de la meiosis, los cromosomas homólogos se ubican apareados en el plano ecuatorial de forma aleatoria. De esta manera, se generan nuevas combinaciones de alelos cuando se separan en la anafase I.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Herencia no mendeliana

No todas las características que observamos en los seres vivos cumplen las leyes de Mendel; a veces encontramos que existen fenotipos intermedios al de los padres. Esto significa que hay genes que poseen alelos que no presentan dominancia completa sobre otros. Si bien estos caracteres son **no mendelianos**, por no cumplir con estas leyes, la genética actual puede explicar esos mecanismos de herencia.

Alelos múltiples

Muchas veces existe más de un alelo para un mismo gen. Si bien en el caso de un gen único, un individuo posee dos alelos, en la población existen más de dos. Según la combinación de pares de alelos en los individuos, en la población pueden aparecer varios fenotipos posibles.

En los seres humanos, el gen que determina el grupo sanguíneo del sistema AB0 presenta tres alelos posibles: A, B y 0. Tanto el A como el B son dominantes sobre 0, de modo que cuando A o B se encuentra formando un heterocigota con el 0, el fenotipo será grupo A o grupo B, respectivamente. Solo será 0 si es homocigota recesivo 00.

Codominancia

Existen casos en los que dos alelos pueden ser dominantes, de modo que ninguno domina sobre el otro y los dos aparecen o se expresan en el fenotipo.

Siguiendo con el ejemplo de los grupos sanguíneos AB0, los dos alelos dominantes son A y B, de modo que un individuo heterocigota con ambos alelos da un fenotipo diferente, el grupo AB.

Según lo expuesto, la probabilidad de obtener un hijo grupo AB será de ¼. En este caso, con tres alelos se obtienen cuatro fenotipos diferentes.

Actividades

1. Realicen un cuestionario a un grupo no menor de 15 personas y anoten qué fenotipos poseen para cada característica.

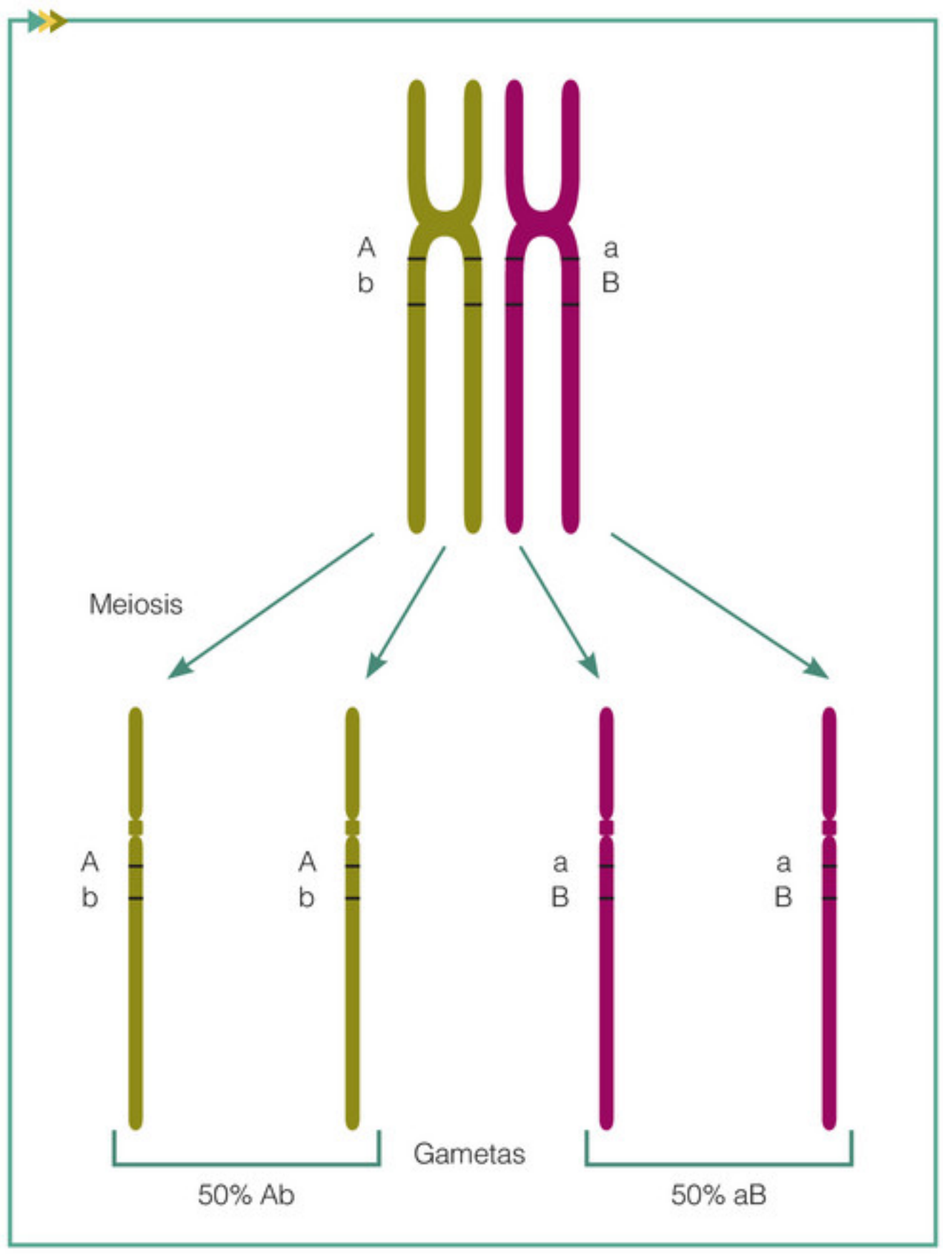
Rasgo	Fenotipos	Número de personas	Dominante/ Recesivo
Tipo de cabello	Rizado / Lacio		
Línea de nacimiento del cabello	Recta / En pico		
Hoyuelo en el mentón	Ausencia / Presencia		
Terminación del pulgar	Derecho / Curvo		
Lóbulo de la oreja	Libre / Pegado		
Factor sanguíneo (Rh)	Positivo / Negativo		

a. Anoten qué número de personas tienen cada fenotipo.

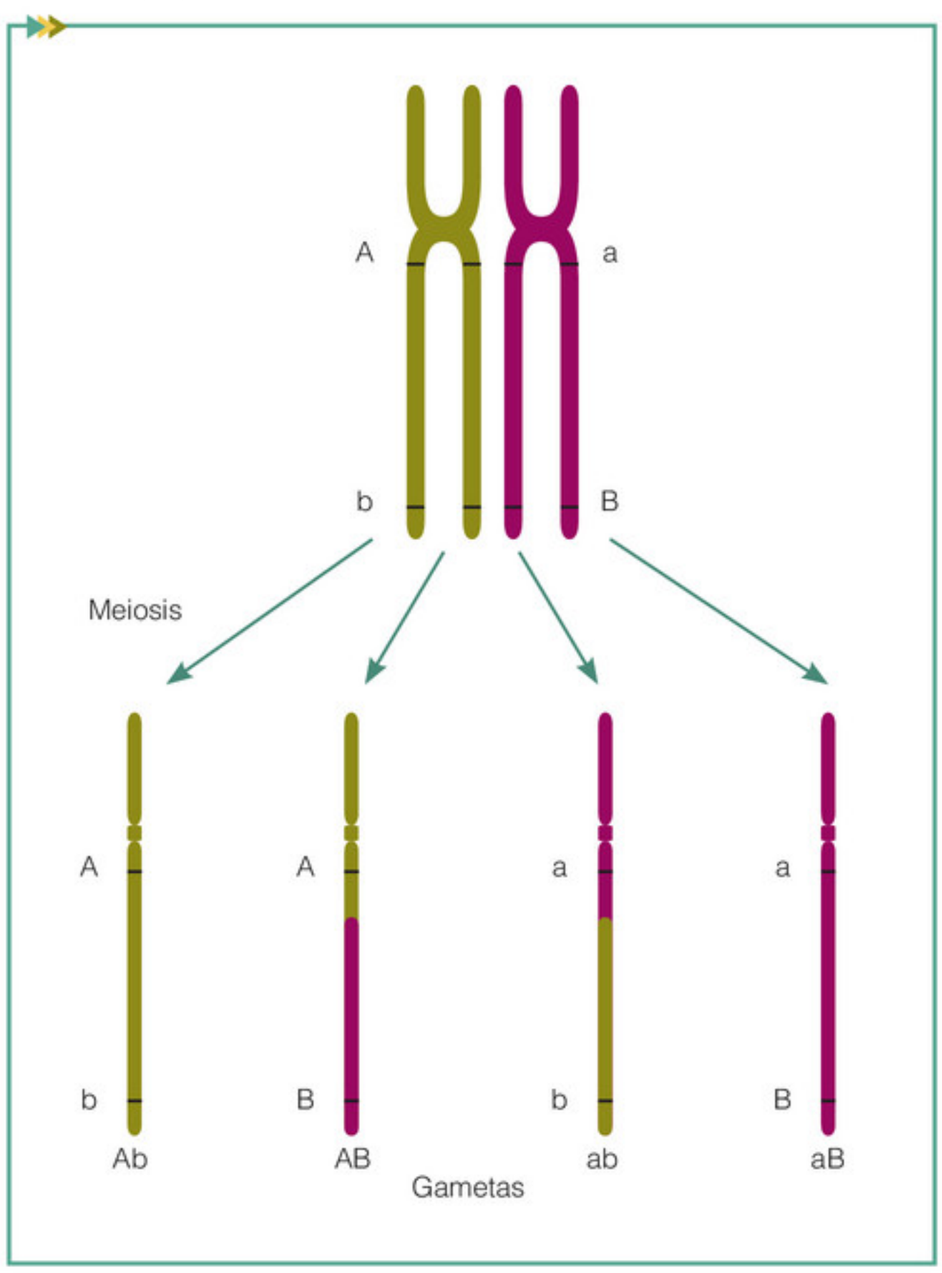
b. Sobre la base de los datos obtenidos, decidan cuál será el alelo dominante y cuál el recesivo. Argumenten su elección.

c. ¿Podrían dar el genotipo seguro en algún caso? Justifiquen la respuesta.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723



Ligamiento absoluto.



Ligamiento parcial.

Genes ligados

Como se mencionó al principio del capítulo, los genes se disponen uno al lado del otro en los cromosomas, y en un mismo cromosoma puede haber miles de genes diferentes. Aquellos que ocupan diferentes lugares o **loci** (plural de *locus*) del mismo cromosoma se denominan **genes ligados**.

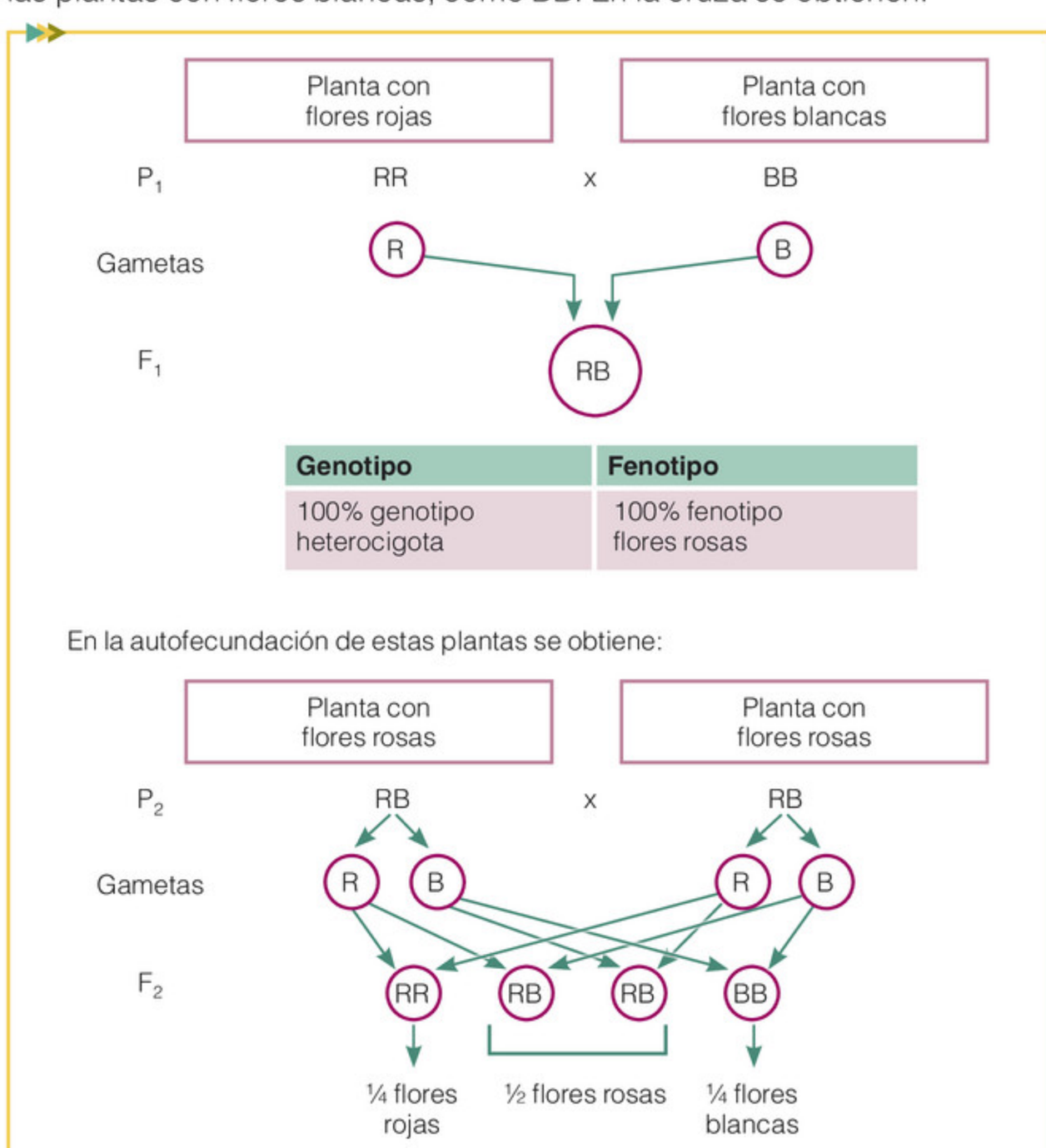
Los genes ligados se heredan en forma conjunta porque durante la meiosis, los cromosomas homólogos se separan y se dirigen como unidades hacia los polos opuestos. Entonces, todos los genes que constituyen uno de los cromosomas del par homólogo quedan en una gameta, y los del otro homólogo quedan en una gameta diferente. Muchas veces ocurre que dos genes o características están ubicados muy cerca entre sí en el mismo cromosoma. Es decir que en un individuo heterocigota para ambos genes, no se producen gametas con todas las combinaciones en iguales proporciones, ya que solo se separarán los alelos si ocurre un entrecruzamiento entre ambos. Cuando los genes están en distintos cromosomas o lejos entre sí, las proporciones entre las gametas obtenidas para un individuo AaBb serían de 25% AB, 25% Ab, 25% aB y 25% ab. Si los genes A y B están ligados, habrá mayor proporción de gametas, según la distribución de los alelos en cada cromosoma. Por ejemplo, si en un cromosoma se encuentra el alelo A y el alelo b y en el cromosoma homólogo a y B, se verá que entre las gametas habrá mayor proporción de gametas Ab y aB (en igual proporción) y menor número de gametas con la combinación AB y ab (en igual proporción también). Esto se debe a que Ab y aB solo se separan en la meiosis y constituirán gametas AB y ab cuando ocurra un entrecruzamiento entre ambos genes. Es así que se dice que habrá **ligamiento absoluto** si los genes están tan cerca uno del otro que nunca se separan los alelos: en el total de las gametas habrá mitad Ab y mitad aB, nunca AB o ab. Se dice que hay **ligamiento parcial** si aparecen gametas AB y ab en menor proporción que las Ab y aB. Así, cuanto más separados estén estos genes entre sí, mayor es la probabilidad de que ocurra entrecruzamiento entre ambos locus y se separen los alelos. Otro punto extremo es que haya proporciones iguales de gametas AB, Ab, aB y ab (25% de cada una), con lo cual se considera que estos genes, si bien se encuentran en el mismo cromosoma, no están ligados y se comportan como genes independientes.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

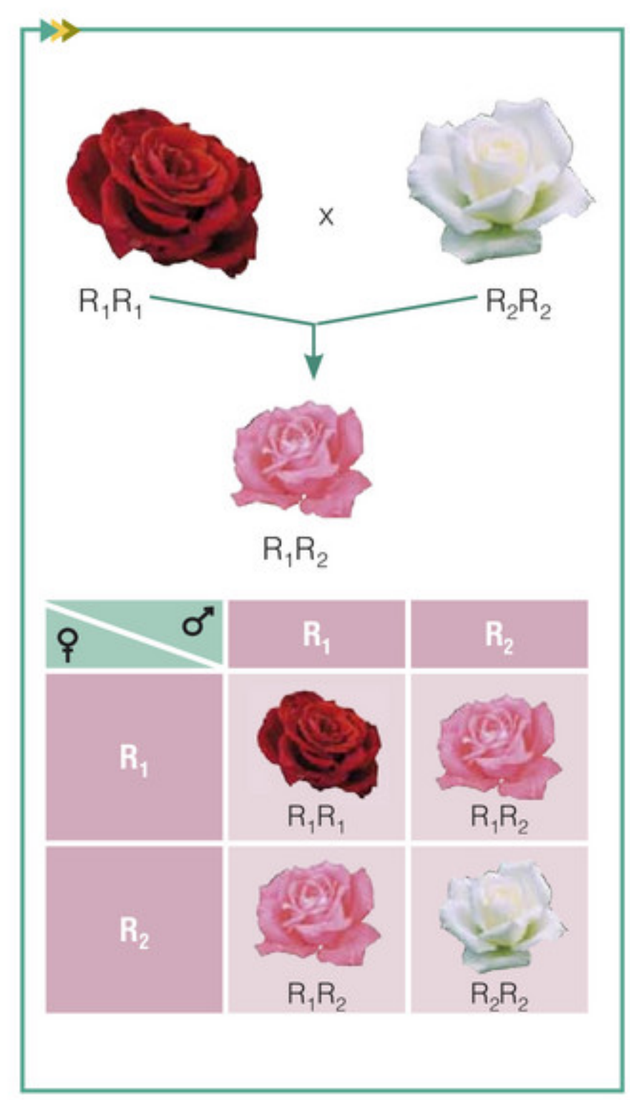
Herencia intermedia

En algunas plantas se observa que cuando se cruzan dos individuos con flores de fenotipos (colores) distintos, la descendencia (F_1) obtenida presenta flores de un color intermedio respecto de los parentales. Por ejemplo, en la cruza de una planta de dondiego de noche (*Mirabilis jalapa*) con pétalos rojos con otra que tenga los pétalos blancos, todos los descendientes tendrán pétalos de color rosa. Si estas plantas de la F_1 se cruzan entre sí, las plantas de la F_2 presentarán una proporción 1:2:1 de flores rojas, rosas y blancas, respectivamente. Las plantas de flores rosas son heterocigotas que tienen un color intermedio entre los colores rojo y blanco de los homocigotas. En este caso, hay un alelo que determina el pigmento de color rojo y otro alelo que da lugar a la ausencia de color (los pétalos tienen un color blanco de fondo). Las flores de los heterocigotas (Rr) tienen aproximadamente la mitad del pigmento rojo presente en las flores de los homocigotas rojos (RR), porque los heterocigotas tienen una sola copia del alelo que produce color, mientras que los homocigotas poseen dos. En algunos casos, se puede representar a cada alelo con una letra, por ejemplo **R** (para rojo), y al otro con otra letra, **B** en caso de blanco, dado que no existe una dominancia de un gen sobre otro.

El genotipo de las plantas con flores rojas se escribirá como RR y el de las plantas con flores blancas, como BB. En la cruza se obtienen:



Flores rojas y blancas de dondiego de noche que dan como resultado otras de color rosa (herencia intermedia).



El cruzamiento de dos individuos homocigotas con diferentes fenotipos produce una F_1 con un color intermedio respecto del de los progenitores. En la F_2 se observan los tres fenotipos posibles en proporción 1:2:1.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Rosa o celeste: cómo se define el sexo en los bebés

Están los que esperan la llegada del varoncito, quienes buscan la parejita o los que sueñan con el mundo rosa de las nenas. En materia de fantasías, hay para todos los gustos. Pero, ¿cuál es el mecanismo que determina la formación del sexo en los bebés? ¿De qué depende?

El sexo de un bebé depende de un mecanismo genético azaroso. Se da en la combinación de cromosomas que se produce en el momento de la fecundación.

Tanto el espermatozoide como el óvulo tienen 23 cromosomas, de los cuales uno de ellos es el cromosoma sexual, formado por dos XX en el caso de la mujer, y por un cromosoma X y un cromosoma Y en el caso de los hombres.

Y... sí, el hombre es quien define

En definitiva, el cromosoma de la célula masculina es el que define el sexo del bebé, ya que si un óvulo es fecundado por un espermatozoide X, será una nena y, en caso de serlo por un Y, será varón.

En el hombre, la mitad de sus espermatozoides son X y la mitad son Y, por lo que tienen el 50% de posibilidades de concebir una nena o un varón. Ahora, qué sexo tendrá, nunca se sabe.

¿Podemos elegir el sexo?

Es sabido que los espermatozoides que poseen un cromosoma X y los que poseen un cromosoma Y son diferentes en cuanto a la velocidad de traslado y al tiempo de vida de cada uno de ellos. Es decir, algunos llegan más rápido al óvulo y otros viven más tiempo, lo que da paso a la posibilidad de incidir en la formación del sexo según el momento o día del ciclo en el que se tengan relaciones sexuales y teniendo en cuenta, por supuesto, el momento exacto de la ovulación.

Con el asesoramiento de un profesional, es posible aumentar en un 60 a 70% las posibilidades de favorecer determinado sexo, pero se trata de una especulación que no siempre garantiza el resultado esperado.

Las variables que intervienen son la velocidad y el tiempo de vida de los espermatozoides X e Y. Estos últimos son más rápidos que los X, pero viven menos tiempo, razón por la que hay más probabilidades de concebir un varón si la relación sexual se produce el día exacto de la ovulación a que si esta se realiza en los dos a tres días previos.

De todos modos, cada caso es particular, ya que, además, en el momento de la concepción intervienen otros factores.

Una técnica mundial (pero no argentina)

Desde hace unos años es posible seleccionar el sexo del bebé en el laboratorio mediante la centrifugación de esperma. Esta técnica permite separar los espermatozoides X de los Y que, por ser más livianos, quedan en la parte superior del semen una vez centrifugados. Luego se practican técnicas de reproducción asistida de baja o alta complejidad, según el caso, como la inseminación uterina o la fertilización *in vitro*. Sin embargo, esta tecnología no se encuentra disponible todavía en nuestro país.

Fuente: Gabriel Fiszbajn, jefe de medicina reproductiva del Centro de Estudios en Ginecología y Reproducción (CEGyR).
Diario *Clarín*, suplemento "Entre mujeres", 19/01/15 (Adaptación).

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Actividades

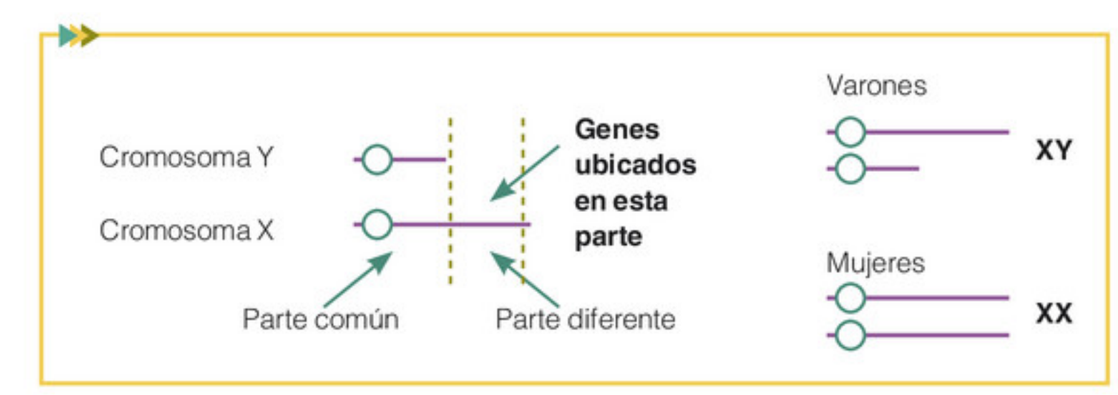
1. Lean el artículo sobre cómo se define el sexo en los bebés y resuelvan las siguientes consignas.

a. En condiciones normales, ¿cuál es la probabilidad de concebir una mujer o un varón? Justifiquen la respuesta.

b. ¿En qué consiste la técnica de selección de espermatozoides?

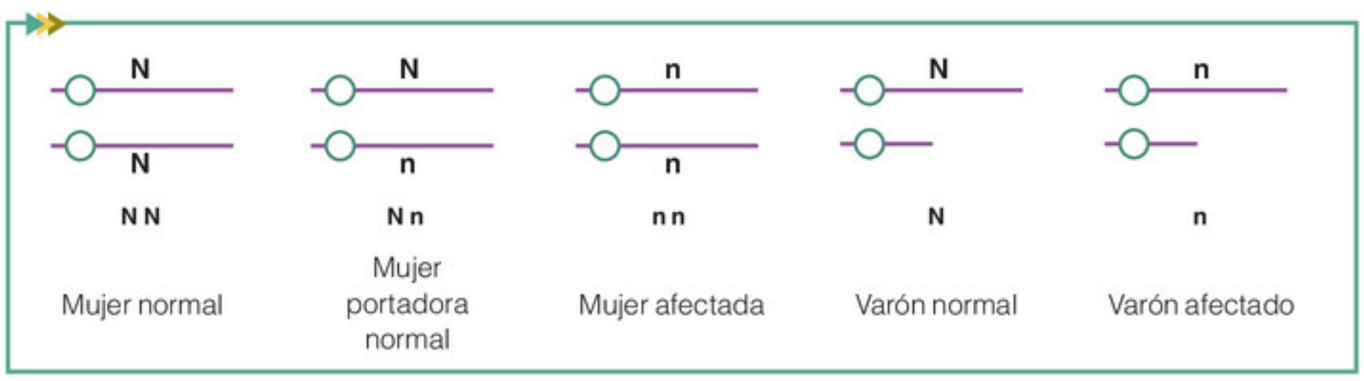
Herencia ligada al sexo

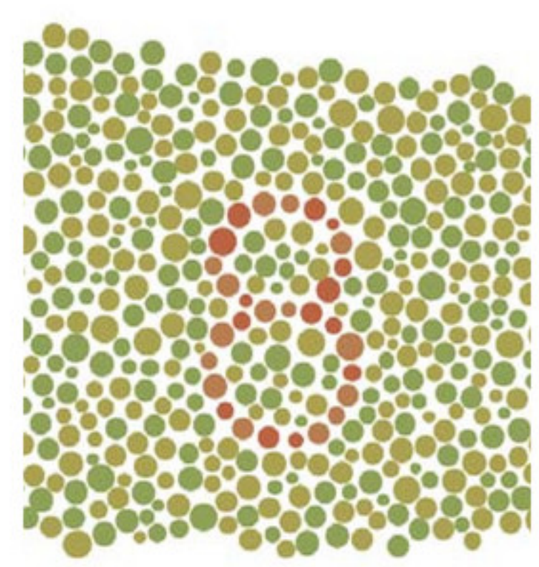
En los seres humanos, el sexo viene determinado por el par de cromosomas XY. Las mujeres tienen dos cromosomas X y el varón, uno X y uno Y. Estos cromosomas presentan diferencias morfológicas (el Y es más pequeño que el X) y, por lo tanto, tienen distinto contenido de genes. En los cromosomas sexuales se distingue un **segmento homólogo**, donde se localizan genes que regulan los mismos caracteres, y un **segmento diferencial**, donde se encuentran tanto los genes exclusivos del X como los genes exclusivos del Y.



Estructura de los cromosomas X e Y. El cromosoma X posee un segmento diferencial que no tiene el cromosoma Y. Los genes que se encuentran en ese segmento poseen una herencia diferente de acuerdo con el sexo del individuo.

La **herencia ligada al sexo** hace referencia a aquellos genes que se sitúan en el cromosoma sexual X y no en el Y. Por lo tanto, ciertas características cuyo locus se encuentra en la región diferencial del cromosoma X van a presentar variaciones en las proporciones fenotípicas de acuerdo con el sexo del individuo. En los seres humanos, algunos ejemplos son la distorsión en la visión de los colores o daltonismo, la hemofilia o falta de coagulación de la sangre, y la ceguera a la visión nocturna. El **daltonismo** es producido por un alelo recesivo que representaremos en el siguiente esquema con **n**, frente al alelo que produce la visión normal **N**.

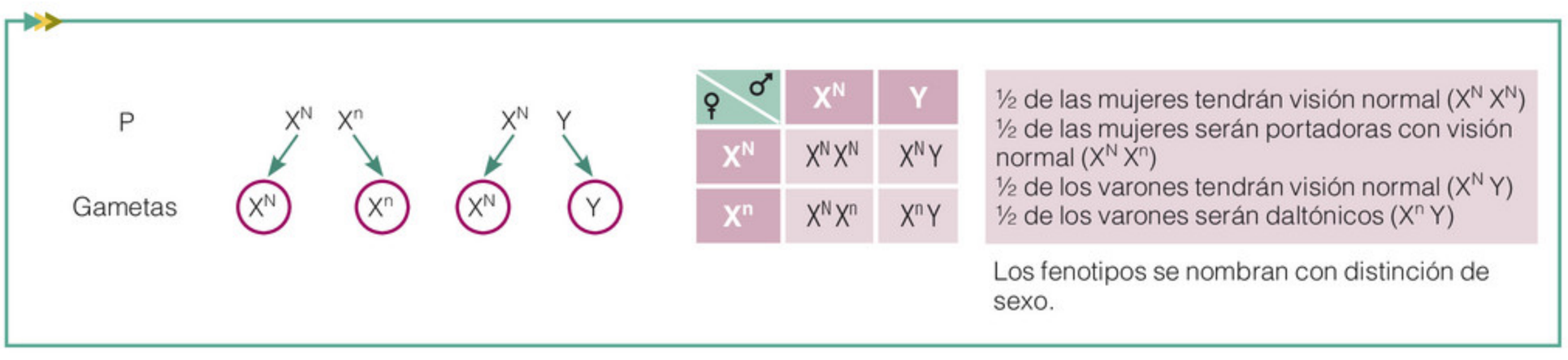




Prueba para detectar el daltonismo. Las personas que no ven el número escondido padecen daltonismo para esos colores.

De esta manera, dado que las mujeres tienen dos cromosomas X, tendrán los dos alelos para este gen, mientras que el varón tendrá solo una copia del gen en el cromosoma X. Esto también influirá en las proporciones, ya que para que una mujer sea daltónica debe ser homocigota. Esto sucede porque si tiene un alelo de visión normal y uno que produce el daltonismo, la mujer tendrá visión, normal aunque sea portadora de este último. En los varones no existe el portador normal, ya que al tener una sola copia del gen en el cromosoma X, o es daltónico o posee visión normal, según el alelo que haya heredado.

Si una mujer portadora del gen del daltonismo tiene hijos con un hombre que no es daltónico, tendrá las siguientes probabilidades de tener hijas o hijos daltónicos:



© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Las moscas encierran muchos secretos sobre el comportamiento humano

El trabajo con insectos ha permitido detectar genes involucrados en enfermedades como el Alzheimer y el Parkinson, y conocer cómo y por qué se alteran nuestros "relojes biológicos", los ciclos de vigilia y el descanso.

Entrar en un laboratorio científico de avanzada como el que dirige Fernanda Ceriani –doctora en Ciencias Biológicas de la UBA, con estudios posdoctorales en California, investigadora independiente del Conicet y autora de quince trabajos publicados en revistas científicas internacionales– es una experiencia fascinante. Su grupo de investigación trabaja sobre el comportamiento en moscas *Drosophila*, a las que Ceriani define como "hombrecitos con alas". Allí, dentro de esos bichitos, se introducen para conocer más sobre los mecanismos celulares y moleculares básicos que desencadenan, por ejemplo, las llamadas "enfermedades de la vejez" o las razones por las cuales se alteran los ritmos de actividad y descanso. Un mundo sugestivo en el que se encuentran la genética y las neurociencias.

¿Qué es lo que aporta el trabajo con moscas a la biología y la medicina?

La mosca empezó a ser utilizada como modelo experimental hace más de cien años. Se la eligió, justamente, porque había aspectos de la mosca que son fáciles de identificar en la descendencia. O sea, cómo los padres transmiten a los hijos esas semejanzas que uno siempre está buscando en la descendencia. Uno de los pioneros en estos estudios, Thomas Hunt Morgan, Premio Nobel de Medicina en 1933, descubrió uno de los primeros mutantes. La mosca *Drosophila* silvestre (o mosca de la fruta, con la que trabajamos) tiene unos ojos rojos impresionantes. Un buen día Morgan encontró una mosca con ojos blancos que se destacaba entre las de ojos rojos, a la que llamó *white*. Contar con este mutante le permitió iniciar sus estudios de herencia ligada al sexo, y de paso confirmar las leyes de la herencia propuestas por Mendel unas décadas antes. Con estas primeras observaciones se dio inicio al empleo de *Drosophila* como sistema modelo, en una disciplina que hoy definiríamos como genética clásica.

¿Cuál es la ventaja de la mosca sobre otros organismos de experimentación?

Tiene una genética sencilla, o sea un número pequeño de cromosomas; un ciclo de vida corto, es decir, desde que un adulto da origen a la siguiente generación de adultos pasan apenas doce días. Se pueden criar en grandes números porque son muy pequeñas. Son fáciles de mantener, a temperatura ambiente en un estante, con un poco de polenta y levadura. Además, desde que se secuenció el genoma de la *Drosophila* y posteriormente el de humanos, se encontró que un porcentaje muy alto de los genes, que pueden ser causales de enfermedades en el hombre, tienen su correlato en la mosca, y estos genes están altamente conservados.

¿Y estas similitudes permiten investigar sobre enfermedades en humanos, por ejemplo?

Bien, es notable que un 70% de los genes relacionados con cáncer se puedan encontrar en moscas *Drosophila*, indicando que el proceso que está afectado es muy básico. Pero no es eso solo. Muchos años después de Morgan, en los años 60, otro investigador, Seymour Benzer, propuso que la mosca podía ser también un modelo para estudiar el origen del comportamiento. Es asombroso lo que nos pueden contar las moscas sobre el comportamiento humano; aspectos tan complejos como percepción olfativa, apareamiento, cortejo, adicciones a cocaína y eta-

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

La mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*) es un modelo animal para el estudio de la genética. El carácter color de ojos es también un ejemplo de herencia ligada al sexo. *Drosophila* de tipo silvestre (ojos rojos) y mutante *white* (ojos blancos).

nol, agresión; y en nuestro caso, un modelo para estudiar los ciclos de sueño y vigilia.

¿Cómo se trabaja en las moscas para conocer todo eso?

Lo que se quiere encontrar son genes que al ser alterados modifiquen sutil o groseramente un comportamiento. En nuestro laboratorio, por ejemplo, nos interesan los mutantes con alteraciones en el reloj biológico. Las moscas, normalmente, son activas durante el día e inactivas durante la noche. Lo mismo que el humano. Sobre la base de este comportamiento tan simple y que podemos medir en forma automatizada, se buscan moscas idénticas a las otras, pero con una pequeña variación que justamente afecte los ciclos de sueño y vigilia. Para lograr una pequeña alteración en el material genético, se consigue un mutante...

¿Qué es, en este caso, un mutante?

Es un individuo igual a sus hermanos en el 99,9% de sus genes, pero con una modificación en su genoma que redunda en una alteración que se puede ver o medir.

¿Tenemos todos un "reloj biológico" incorporado?

El reloj biológico está presente en todas las especies en las que se estudió y se buscó. El reloj biológico de la mosca es increíblemente similar al del humano, solo que este es un poco más complicado. Por cada pieza en *Drosophila*, en el humano hay dos o tres. Porque eso le da un mayor grado de sutileza, o de perfección. No perfección temporal, porque son igualmente muy buenos relojes, los de la mosca y los del humano. Pero lo que tiene el de los mamíferos es mayor complejidad.

¿Cuáles son los temas que investigan en el laboratorio?

Nosotros estamos estudiando cómo un conjunto muy discreto de genes puede regular una acción tan compleja como son los ciclos de actividad y reposo, sueño-vigilia. Como si esto no fuera suficiente para mantenernos ocupados por algunos años, cuando se secuenció el genoma y se hizo evidente la homología entre las dos especies, se me ocurrió que el comportamiento que nosotros estudiamos lo podemos usar también como una manera de mirar qué les pasa a las neuronas que controlan la actividad rítmica del animal. Entonces, estamos usando los ciclos de sueño y vigilia como una manera de identificar genes que puedan causar neurodegeneración, es decir, muerte prematura de una neurona, y cuya disfunción se manifieste como un cambio en el patrón del comportamiento. Esto que en las neuronas de un mamífero puede tardar más de un año en desarrollarse y manifestarse, en el caso de la mosca *Drosophila* se pone de manifiesto en apenas unas semanas.

Fuente: Fabián Bosoer. Diario *Clarín*, 08/02/09 (Adaptación).

Actividades

1. Resuelvan las siguientes consignas.

a. ¿Por qué la mosca de la fruta puede ser un modelo de estudio de enfermedades humanas?

b. ¿Qué ventajas presenta trabajar con estos organismos?

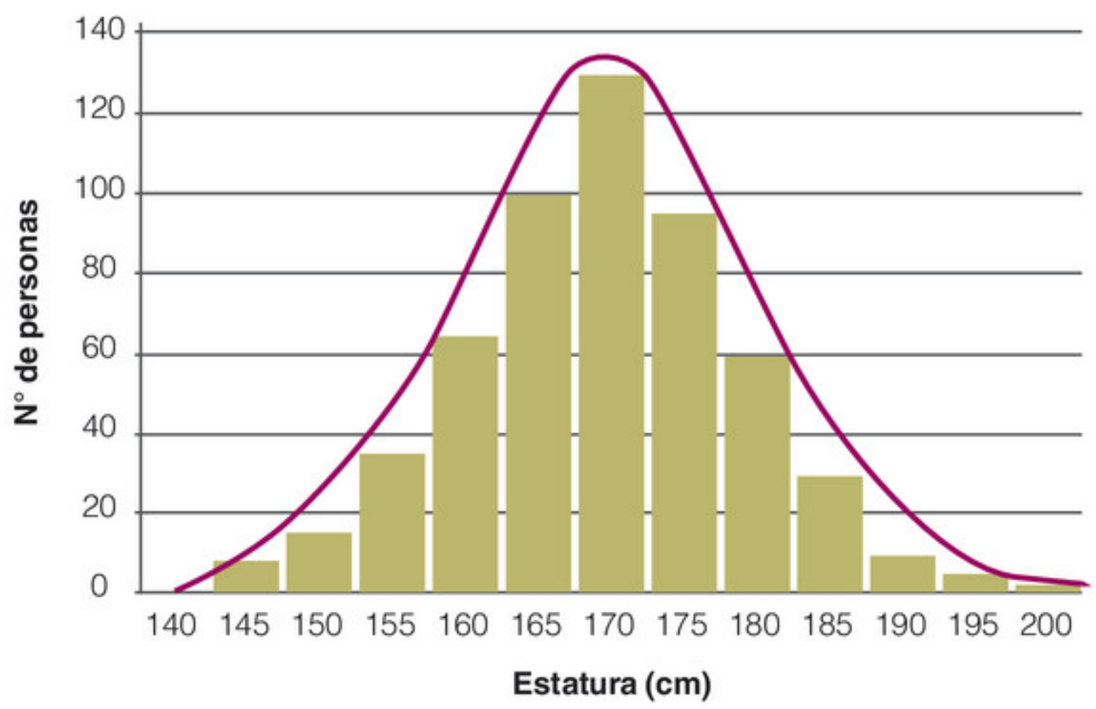
c. ¿Cómo ayudan las moscas mutantes en los diferentes estudios?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Herencia poligénica

Algunas características, como la altura y el color de la piel, entre otras, no están determinadas por un solo gen, sino que varios genes participan en la formación del fenotipo. A estos tipos de caracteres se los denomina **cuantitativos** o **continuos**, en los cuales cada gen actúa en forma independiente y aditiva, es decir, mediante la suma de sus efectos. Por lo tanto, en los fenotipos se observan gradientes sin que sea posible establecer grupos claramente distinguibles, por ejemplo en el color de la piel, en el color de pétalos de flores o entre las diferentes alturas de personas o plantas, entre otros.

En este tipo de caracteres, el ambiente tiene mayor influencia que en los caracteres discretos o cualitativos antes estudiados.



Los caracteres cuantitativos, como la altura en los seres humanos, muestran un rango de fenotipos que no pueden individualizarse y que, al ser graficados, muestran una distribución continua.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Actividades

1. Lean el texto y, luego, resuelvan las siguientes consignas.

Descubren qué genes determinan que seamos altos o petisos

Científicos determinaron que la altura de una persona está dada por la combinación de más de 400 genes.

¿Por qué hay personas más altas que otras? La respuesta desvela a muchos científicos. Ahora, una investigación internacional reveló que la altura de una persona no está determinada por un único gen, sino por la combinación de muchos.

El estudio, publicado en la revista *Nature Genetics*, identificó más de 400 genes que podrían influir en la altura de una persona.

"La altura se determina casi por completo por la genética, pero nuestros estudios previos solo habían sido capaces de explicar el 10% de esta influencia genética", explicó Joel Hirschhorn, del Hospital Infantil de Boston, en Estados Unidos, y uno de los principales investigadores de este trabajo.

Diario *Clarín*, 06/10/14 (Adaptación).

a. ¿Cómo se denominan los rasgos que están determinados por muchos genes?
b. Los investigadores encontraron que este rasgo está determinado casi en su totalidad por factores genéticos. ¿Qué otro factor podría ser considerado?
c. ¿Qué utilizaron los investigadores para estudiar este rasgo?

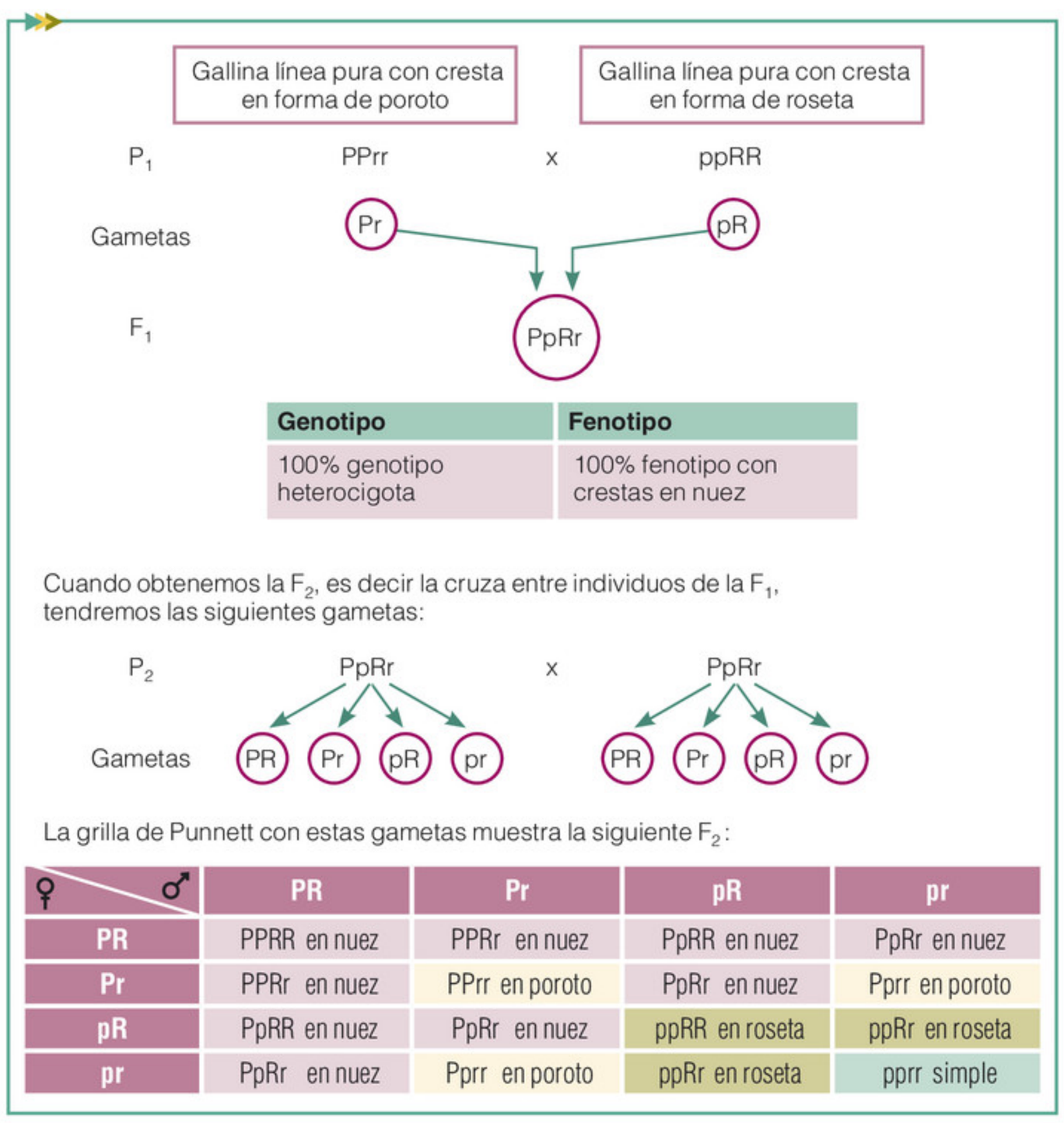
Interacción entre genes

Existen casos en los que dos genes participan para producir un fenotipo en un organismo. Un ejemplo de ello es la manera como se determina la forma de las crestas de una variedad de gallos. Para este fenotipo participan dos genes, el **P** y el **R**. Cuando se encuentra al menos un alelo **P** dominante y **r** en homocigosis recesivo, se obtiene una cresta en forma de poroto o guisante. Si, en cambio, se encuentra al menos un alelo **R** dominante y **p** en homocigosis recesiva, se obtiene una cresta con forma de roseta. Si están presentes al menos un alelo dominante **P** y **R**, la cresta es en forma de nuez. Y si ambos genes están en homocigosis recesiva, los gallos tendrán cresta simple. De esta manera, si se cruzan dos líneas puras de gallinas que poseen crestas en forma de poroto (PPrr) con otra que posee crestas en forma de roseta (ppRR), obtendremos una F_1 homogénea. Todos los descendientes serán entonces heterocigotas (PpRp) y, por lo tanto, el fenotipo que veremos será con cresta en nuez.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Apuntes breves

En los márgenes del libro de estudio pueden anotar información o nuevos ejemplos que el docente agregue a la explicación.



♀ \ ♂	PR	Pr	pR	pr
PR	PPRR en nuez	PPRr en nuez	PpRR en nuez	PpRr en nuez
Pr	PPRr en nuez	PPrr en poroto	PpRr en nuez	Pprr en poroto
pR	PpRR en nuez	PpRr en nuez	ppRR en roseta	ppRr en roseta
pr	PpRr en nuez	Pprr en poroto	ppRr en roseta	pprr simple

P_R_ tendrán cresta con forma en nuez en la proporción 9/16.
P_rr tendrán cresta con forma de poroto en la proporción 3/16.
ppR_ tendrán cresta con forma de roseta en la proporción 3/16.
pprr tendrán cresta simple en la proporción 1/16.
Como la proporción fenotípica 9:3:3:1 se conserva, se dice que esa interacción entre genes es **independiente**.

La forma de las crestas de los gallos está determinada por la interacción de dos genes de manera independiente.

Desequilibrios hereditarios

Muchos avances en genética humana fueron impulsados por el estudio de enfermedades que eran heredadas o que aparecían en alguna familia sin ningún antecedente.

Se pueden diferenciar dos tipos de alteraciones genéticas: las producidas por una anomalía en un gen o las que ocurren por la presencia, ausencia o reordenamiento en los cromosomas. Es decir, en las primeras solo están involucrados genes y en las otras existen alteraciones a nivel de la estructura o en el número de cromosomas presentes.

Desequilibrios a nivel génico

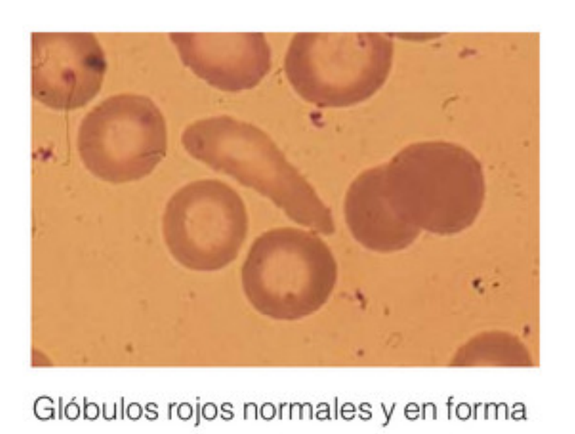
Con el análisis de los datos obtenidos en el Proyecto Genoma Humano, se logró identificar los genes alterados que producen muchas enfermedades conocidas. Esto permitió, a su vez, realizar investigaciones que lleven a la curación o alivio de los síntomas para las personas que las padecen.

▸ **Fibrosis quística**: es una enfermedad autosómica recesiva, es decir que se manifiesta cuando el individuo es homocigota recesivo para el gen responsable. Esta enfermedad se caracteriza por una disfunción de las secreciones de glándulas exocrinas. Suele afectar las vías respiratorias y causa la secreción de moco viscoso y espeso, que se acumula en ellas y altera su funcionamiento. El exceso de moco predispone a infecciones bacterianas.

Peter Dinklage, actor de *Game of Thrones* y *Las crónicas de Narnia*, presenta enanismo acondroplásico.

▸ **Enanismo acondroplásico**: es una condición autosómica dominante, es decir que la anomalía en el crecimiento está regulada por un alelo dominante. El individuo homocigota para ese alelo, o heterocigota, tiene brazos y piernas cortas, mientras que la cabeza y tronco se desarrollan con normalidad.

▸ **Hemofilia**: es una enfermedad recesiva ligada al sexo, ya que el locus del gen se encuentra solo en el cromosoma X. Se caracteriza por la falta de coagulación de la sangre, ya que el gen que sufre la alteración contiene la información para la producción de una proteína contenida en la sangre que participa en la coagulación. Estas proteínas son el factor VIII o el factor IX, y producen los tipos de hemofilia A y B, respectivamente. Las personas con hemofilia pueden tener hemorragias internas o externas. La mayoría de las hemorragias se dan en las articulaciones y los músculos. El suministro de los factores de coagulación a estos pacientes permite que tengan una vida normal. Como en todo tipo de herencia ligada al sexo, los varones presentan mayor probabilidad de padecer la enfermedad que las mujeres. Los varones con solo un alelo recesivo tendrán la enfermedad; en cambio, la mujer debe ser homocigota recesiva para padecerla ya que, en estado de heterocigosis, es portadora sana.



Glóbulos rojos normales y en forma de hoz o medialuna en un individuo que posee un alelo que produce la anemia falciforme.

▸ **Anemia falciforme**: es una enfermedad autosómica recesiva causada por una mutación en el gen de la hemoglobina. La hemoglobina anormal producida se aglutina y hace que los glóbulos rojos se endurezcan, se vuelvan pegajosos y tengan forma de hoz o de medialuna. Estos glóbulos afectados mueren antes de tiempo, lo que ocasiona una constante deficiencia de glóbulos rojos, es decir, anemia. Los individuos heterocigotas llevan una vida normal y no presentan síntomas.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Desequilibrios a nivel cromosómico

Los desequilibrios cromosómicos pueden ser de dos tipos.

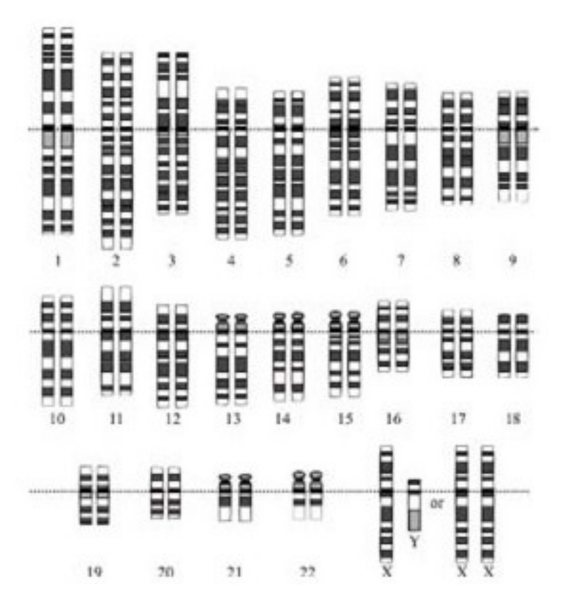
▸ **Desequilibrios cromosómicos estructurales**: afectan grandes porciones del material genético y producen cambios en la estructura de los cromosomas, como inversiones, duplicaciones, translocaciones y deleciones, entre otros.

Las **inversiones** se reconocen porque existe una porción del brazo del cromosoma que se ha cortado y vuelto a unir con modificaciones en su orientación.

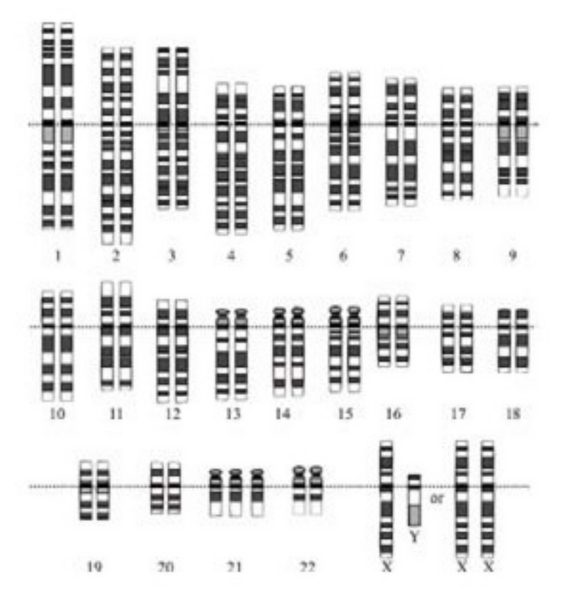
Las **duplicaciones** consisten en la presencia de una copia extra de un fragmento del cromosoma.

Las **translocaciones** se producen cuando dos cromosomas no homólogos intercambian fragmentos cromosómicos.

En las **deleciones**, un fragmento del cromosoma se pierde, por lo que el individuo queda sin un grupo de genes en un cromosoma homólogo.

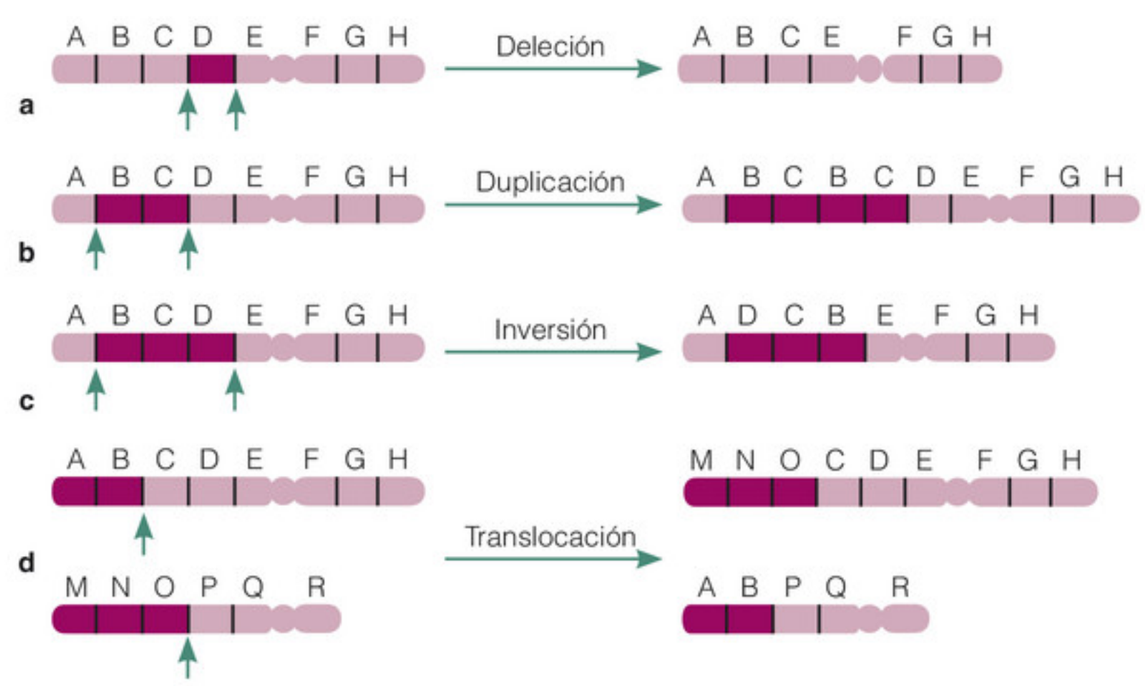


Cariotipo humano normal = 46.



Cariotipo con trisomía del cromosoma 21 (síndrome de Down) = 47.

Esquemas de desequilibrios cromosómicos estructurales



▸ **Desequilibrios cromosómicos numéricos**: son producto de un aumento o disminución en el número de cromosomas. En los seres humanos, puede haber trisomías y monosomías, y algunas de ellas pueden ser letales. Estos desequilibrios se originan por una distribución anormal de los cromosomas durante la meiosis.

▸ En las **trisomías** hay tres cromosomas en lugar de dos cromosomas homólogos. Un ejemplo es la trisomía del par 21 o síndrome de Down.

▸ En las **monosomías** falta uno de los cromosomas homólogos. En los seres humanos, solo se da en los cromosomas sexuales. El síndrome de Turner es un caso que ocurre en mujeres con un solo cromosoma X, por lo que se dice que su cariotipo es X0.

Para conocer más

Dotto, J., *Genética: cómo puede cambiar nuestras vidas*, Buenos Aires, Paidós, 2014.

Kornblihtt, A., *La humanidad del genoma: ADN, política y sociedad*, Buenos Aires, Siglo XXI, 2013.

Onna, A., "De Mendel al ADN". En *Las raíces y los frutos. Temas de filosofía de la ciencia*, Buenos Aires, CCC Educando, 1999.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Retrato de Carlos II "el Hechizado"

Juan Carreño de Miranda, *Retrato de Carlos II el Hechizado* (ca. 1685), óleo sobre lienzo, 75 x 60 cm. Museo del Prado, Madrid, España.

Cuando Carreño realizó este soberbio retrato de Carlos II, el monarca tenía aproximadamente 25 años. Era el último hijo de Felipe IV y Mariana de Austria, y siempre había sido una persona de aspecto enfermizo y triste. Fue criado por 31 nodrizas durante casi cuatro años y no caminó hasta que cumplió los 10. A pesar de sus achaques físicos, tenía una inteligencia desarrollada y era muy aficionado al arte. Sus últimos años estuvieron marcados por la preocupación de quién lo sucedería en el trono. Se llegó a exorcizar al monarca, de allí su apodo de "el Hechizado". El pintor nos presenta al rey Carlos de medio cuerpo, con ropajes negros, y la golilla blanca y el collar de la orden del Toisón como únicos adornos. Una espada y un cinturón plateados completan los accesorios. Pero el centro de atención del retrato es el rostro, donde se destaca la expresión melancólica del rey y en la que el artista manifiesta incluso cierto cariño hacia el retratado.

Carlos II "el Hechizado" fue una de las víctimas de las numerosas uniones entre parientes próximos que se dieron en sus antepasados, tanto recientes como remotos. Científicos españoles hallaron que su coeficiente de consanguinidad era altísimo, similar al del fruto de una relación entre padre e hija, o entre hermano y hermana. El primer estudio que aplica la genética a una dinastía española, la de los Austrias, ha confirmado la hipótesis de muchos historiadores de que la consanguinidad fue el factor clave en la extinción de esa casa real, cuando murió Carlos II en 1700 sin descendencia. También ha permitido esclarecer los principales trastornos que sufría el rey.

Desde que Felipe el Hermoso inauguró la dinastía al casarse con Juana la Loca, los matrimonios entre parientes en las diferentes casas reales europeas, para conservar el poder, fueron la norma. El **coeficiente de consanguinidad** indica la proporción de genes idénticos que se reciben del padre y de la madre.

"En el análisis de la consanguinidad nos hemos remontado 16 generaciones desde Carlos II, con un total de 3.000 personajes", explica Gonzalo Álvarez Jurado, catedrático de Genética en la Universidad de Santiago de Compostela. Lo que han encontrado Álvarez y sus colegas es que pesan tanto las relaciones de parentesco entre el padre y la madre del individuo como las acumuladas en varias generaciones.

Al estudiar la genealogía de estos monarcas, se observan los casamientos entre familiares cercanos. Por ejemplo, Carlos II era hijo de tío y sobrina, con un alto coeficiente de consanguinidad.

"Para probar la influencia de la consanguinidad, fuimos a los efectos", indica Álvarez. "Analizamos la mortalidad infantil en los descendientes de cada rey hasta los 10 años y observamos una relación directa entre el coeficiente de consanguinidad y la tasa de mortalidad". Ya los testimonios de la época se extrañaban de la cantidad de abortos y de niños que nacían muertos o morían pronto en la familia mejor cuidada de la España de entonces.

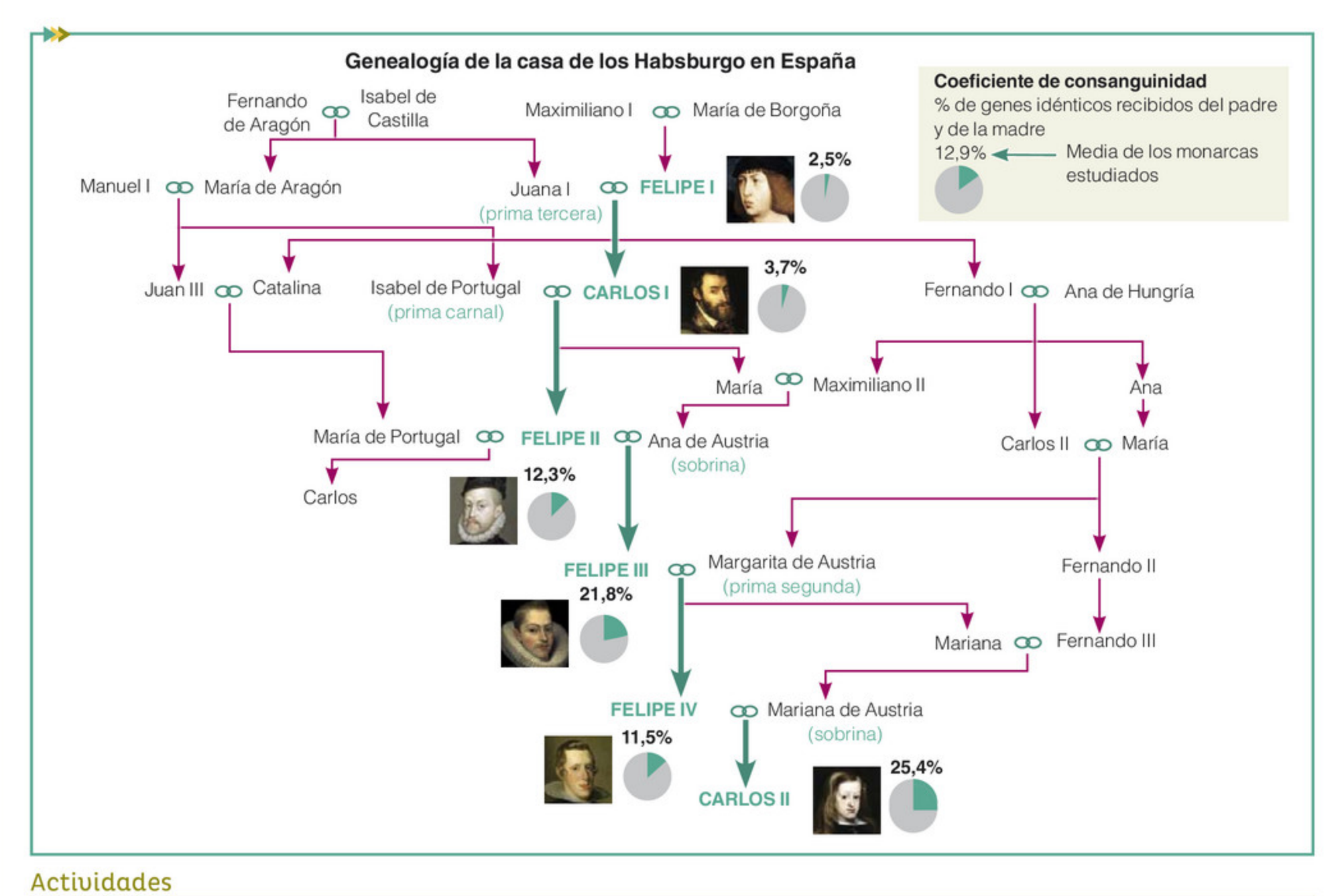
© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Además, los científicos españoles han estudiado los trastornos de los reyes y, sobre todo, de Carlos II, desde el punto de vista genético. "Disponemos de los mejores retratos de todos ellos, de grandes pintores, que son muy informativos para los médicos", recuerda Álvarez. Sin embargo, aclara, la barbilla prominente de Carlos II no se relaciona con la consanguinidad.

Dos enfermedades atribuibles a mutaciones genéticas recesivas, que necesitan heredarse de los dos progenitores, explicarían los trastornos de Carlos II, que era raquítico, no tuvo hijos y a los 30 años parecía un anciano. Estas mutaciones causan un déficit hormonal múltiple de la hipófisis (de la hormona de crecimiento, entre otras) y acidosis tubular renal, que es una de las causas de raquitismo.

En la lotería genética salió mejor parada la infanta Margarita, hermana del rey y una de las famosas meninas de Velázquez, que se casó y tuvo hijos.

Fuente: http://www.artehistoria.com/ (Adaptación).
Diario *El País*, 15/04/2009 (Adaptación).



Actividades

1. ¿Cuál es la causa de los problemas de salud que tenía el rey Carlos II?
2. ¿Por qué esas enfermedades no aparecían también en los padres?
3. ¿Por qué la unión entre parientes puede producir problemas en los descendientes? Justifiquen su respuesta.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Actividades finales

1. Escriban un texto donde establezcan similitudes y diferencias entre los conceptos: herencia y genética.

2. Definan los siguientes términos: genotipo, fenotipo, alelo, homocigota y heterocigota.

3. Elijan una característica no mencionada en el capítulo y determinen los fenotipos que pueden reconocer.

4. Mencionen todos los genotipos posibles para cada uno de los siguientes grupos sanguíneos: A, B, 0 y AB.

5. Si en la característica color del pelaje en cobayos hubiera herencia intermedia, ¿qué fenotipos podrían encontrar?

6. ¿Qué es la herencia ligada al sexo?

7. ¿Cuál es la probabilidad de que un hombre daltónico que tiene hijos con una mujer homocigota normal tenga hijos varones daltónicos?

8. Un par de alelos informa para la característica tipo de pulgar. Pulgar curvo es dominante (F) y pulgar recto es recesivo (f). Indiquen las proporciones fenotípicas y genotípicas de la F_1 y la F_2 del cruzamiento de un hombre de pulgar recto con una mujer homocigota de pulgar curvo.

9. La miopía es una disfunción visual codificada por un alelo dominante (M); el alelo recesivo (m) informa para visión normal. Una pareja miope tiene un hijo de visión normal. Indiquen el genotipo de los padres y del niño.

10. Una pareja está preocupada porque padece enfermedades de origen genético y se entera de que las mismas pueden ser transmitidas a sus hijos. El hombre tiene cataratas (pero su padre tenía ojos normales) y la mujer tiene huesos extremadamente frágiles (aunque su padre tenía huesos normales). Ambas afecciones parecen depender de genes dominantes, ubicados en cromosomas diferentes.
a. ¿Hay probabilidades de que sus hijos padezcan alguna de esas enfermedades?
b. ¿Es posible que alguno de sus hijos tenga ambas enfermedades?

11. Si el grupo sanguíneo de un padre es 0... ¿Puede tener un hijo de grupo A? Justifiquen su respuesta indicando posibles genotipos de cada uno.

12. ¿Cuándo se dice que dos genes están ligados?

13. ¿En qué casos se dice que la característica estudiada posee herencia poligénica (carácter cuantitativo)? Busquen ejemplos que no estén presentes en el texto del capítulo.

14. Se cruza una planta de tomates rojos alargados (tipo perita) con una planta de tomates rojos redondos. De esta cruza se obtienen más de 100 plantas, entre las cuales solo se observan plantas que producen frutos alargados rojos y plantas con frutos alargados amarillos. Mencionen el genotipo de los parentales, y las proporciones de los fenotipos y de los genotìpos posibles de los hijos.

15. Los gatos macho domésticos pueden ser negros o amarillos. Las hembras pueden ser negras, barcinas (con manchas amarillas y negras) o amarillas.
a. Si estos colores son determinados por un gen ligado al sexo, ¿cómo pueden explicarse estos resultados?
b. Determinen los fenotipos esperados en la descendencia al cruzar una hembra amarilla con un macho negro.
c. Un apareamiento produce la siguiente camada de gatitos: machos amarillos ½, machos negros ½, hembras barcinas ½ y hembras negras ½. ¿Qué colores tienen los progenitores?
d. Otro apareamiento produce la siguiente camada de gatitos: machos amarillos ½, machos negros ½, hembras amarillas ½ y hembras barcinas ½. ¿Qué colores tienen los progenitores?

16. Una planta de jardín presenta dos variedades: una de flores rojas y hojas alargadas, y otra de flores blancas y hojas pequeñas. Si se cruzan dos líneas puras, aparecen todas plantas que dan flores rosas y hojas alargadas.
a. ¿Qué proporciones genotípicas y fenotípicas aparecerán en la F_2?
b. ¿Qué proporción de las flores rojas y hojas alargadas de la F_2 serán homocigotas?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Del ADN al organismo

6

Contenidos

> Las proteínas determinan las características de los organismos
> Composición y funciones de las proteínas
> El ADN como centro de la información genética
> Composición y estructura de los ácidos nucleicos
> Duplicación del ADN
> Transcripción de los ARN
> Traducción: síntesis de proteínas
> Mutaciones
> Agentes mutagénicos
> Epigenética
> Secuenciación de genomas

Seguramente su mamá siempre les dice que si quieren crecer, tienen que comer carne y tomar leche porque tienen proteínas. En la clase de Biología habrán oído que las células del cuerpo fabrican sus proteínas. Pero entonces, ¿para qué sirven las proteínas? ¿Para qué comer proteínas, si las células fabrican sus propias proteínas? ¿Y cómo sabe el cuerpo qué proteína tiene que producir? Las proteínas de la carne de vaca, ¿son iguales a mis proteínas? ¿Dónde está la información para fabricar las proteínas y cómo es este proceso? ¿Siempre son iguales o pueden cambiar? Todos estos interrogantes tienen respuesta. La ciencia ha avanzado mucho y, a través del Proyecto Genoma Humano, se puede conocer cómo es la composición de las proteínas de nuestro cuerpo. Aunque todavía queda mucho más por conocer…

EN ESTE CAPÍTULO...

Se explica cómo las proteínas son las responsables de que presentemos ciertas características o fenotipos. Se estudia cómo la información genética contenida en el ADN se duplica, se copia a ARN y se sintetizan las proteínas. Además, se muestra cómo puede mutar o cambiar la información del ADN.
También se analiza cómo los cambios en la información genética generan variabilidad, y permiten variaciones entre los organismos y la evolución de las poblaciones.

Contenido digital adicional

www.tintaf.com.ar/
NBIO2C6

Alimentos que poseen alto contenido de proteínas.

Cisteína	Serina	Glicina
Alanina	Ácido glutámico	Ácido aspártico
Asparagina	Glutamina	Prolina
Histidina*	Tirosina	Arginina
Fenilalanina	Treonina	Triptófano
Lisina	Leucina	Metionina
Valina	Isoleucina	

Nombre de los 20 aminoácidos que componen las proteínas.
En color, los aminoácidos esenciales.
* Aminoácido esencial solo en los niños.

Actividades

1. Busquen un yogur, un paquete de papas fritas y un frasco de mermelada, entre otros alimentos.
a. Miren las etiquetas con el detalle de sus componentes y registren el porcentaje de proteínas.
b. Ordenen los alimentos desde el de mayor contenido de proteínas al de menor contenido.
c. Analicen cuáles de esos alimentos se consumen con mayor frecuencia.
d. Busquen en los alimentos que contienen menores niveles de proteínas, qué otro tipo de biomoléculas poseen en mayor abundancia.

Glosario

pepsina: principal proteína del jugo gástrico que participa en la digestión de las proteínas ingeridas con los alimentos.

Las proteínas determinan las características de los organismos

Siempre se dice que la información genética está en los genes. Pero, ¿qué tipo de información llevan los **genes**? ¿Cómo se determinan las características con esa información? Los genes llevan información para la síntesis de proteínas. Algunos contienen la información de cómo debe ser la proteína, mientras que otros producen elementos que participan en esa síntesis.

Las **proteínas** son las encargadas de producir las características que poseemos: son las moléculas que determinan las características particulares de cada individuo y de la especie en general.

El ADN tiene la información de cómo serán las proteínas, y son estas las que realmente ejecutan las funciones del organismo y las que determinan las características particulares de cada uno.

Para poder comprender cómo ocurre todo esto, se comenzará con la descripción de las proteínas: cómo están compuestas y cuáles son sus funciones principales.

Composición de las proteínas

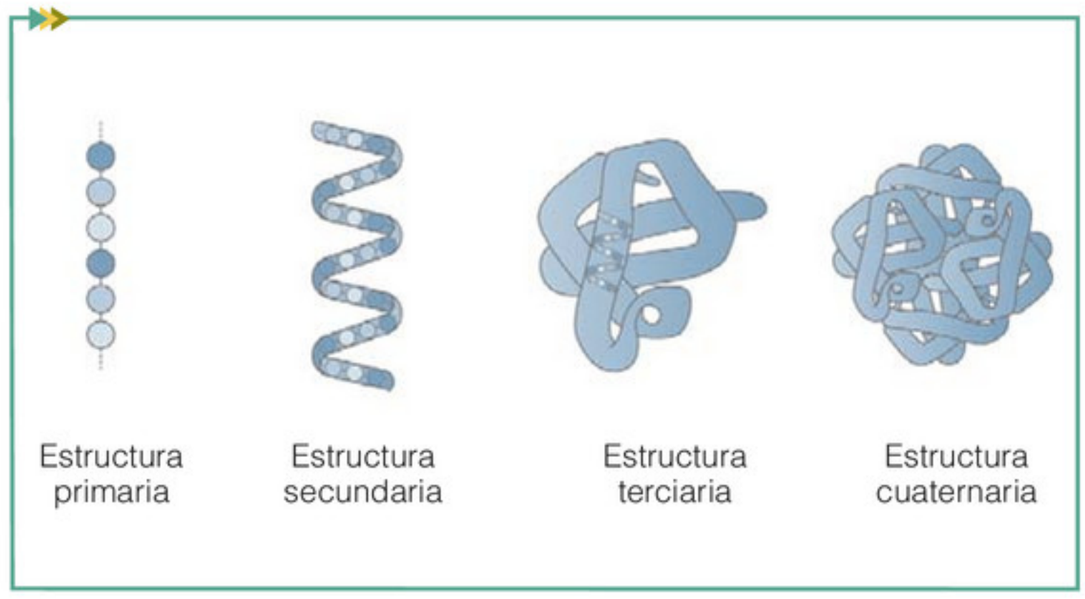
Las proteínas determinan la forma y la estructura de las células, y regulan casi todos los procesos vitales. Son un tipo de biomoléculas o macromoléculas formadas por cadenas de moléculas más pequeñas, denominadas **aminoácidos**. Los aminoácidos están compuestos por átomos de carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N), aunque dos de ellos también contienen azufre (S). Las proteínas se forman por la combinación de solo 20 aminoácidos, y cada proteína puede contener desde unos cientos a varios miles de ellos. Algunos de estos aminoácidos pueden ser producidos por el organismo humano a partir de azúcares, lípidos u otros aminoácidos, pero existe un grupo, los llamados **aminoácidos esenciales**, que se deben ingerir con los alimentos ricos en proteínas, como carnes, lácteos, huevos, legumbres y cereales.

La secuencia de aminoácidos en forma de cadena lineal corresponde a la **estructura primaria** de una proteína, y está dada por el orden y tipo de aminoácidos que contiene. Este orden o secuencia de los aminoácidos es lo que determina cada tipo de proteína.

Si bien los aminoácidos se unen y forman una cadena lineal, esta cadena se pliega y permite que los aminoácidos cercanos se unan (con uniones químicas más débiles) para formar la **estructura secundaria** de la proteína. Por otra parte, la proteína puede seguir plegándose y formar lo que se denomina la **estructura terciaria**. Esta estructura determina la función de las proteínas en el organismo. Algunas toman forma de filamento alargado o de fibra: son las proteínas fibrosas, como el **colágeno** de los tendones o la **miosina** y **actina** que forman las fibras musculares. Otras, en cambio, toman una estructura más compacta: son las proteínas globulares, como la **insulina**, la **pepsina*** y la **hemoglobina**.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

En algunos casos, ocurre que varias cadenas de aminoácidos o **polipéptidos** con estructura terciaria se unen entre sí para formar una proteína, en este caso se denomina **estructura cuaternaria**. Vale aclarar que no todas las proteínas poseen una estructura cuaternaria, solo aquellas que son más complejas y poseen varias cadenas en su composición. Un ejemplo es la hemoglobina, que está formada por cuatro cadenas de aminoácidos agrupadas.



Esquema de las diferentes estructuras que se pueden reconocer en una proteína.

Funciones de las proteínas

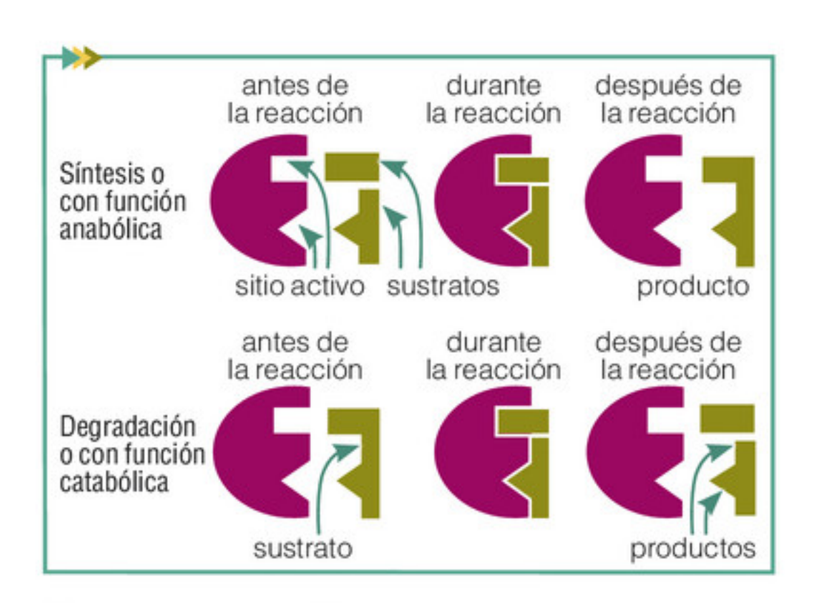
Las funciones de las proteínas son muy diversas. Algunas poseen función **reguladora**, como las hormonas insulina y glucagón, que mantienen estable la concentración de glucosa en la sangre. Otras participan en el **transporte** de sustancias, como la hemoglobina de los glóbulos rojos, que transporta oxígeno y dióxido de carbono. Las proteínas que se encuentran en las membranas celulares también participan en el transporte de sustancias, y seleccionan lo que entra o sale de la célula. También están compuestos por proteínas los anticuerpos producidos por los glóbulos blancos, cuya función es la **defensa** del organismo. Muchas proteínas poseen función **estructural**, es decir que forman estructuras en los seres vivos, como la actina y la miosina de las fibras musculares, que permiten la contracción y relajación de los músculos; o el colágeno, que forma los tendones que unen los músculos con los huesos. La queratina también es una proteína estructural, ya que forma parte de los pelos, uñas, piel, plumas y escamas. Algunas proteínas pueden comportarse como **reserva** de nutrientes. Este es el caso de la ovoalbúmina o clara de huevo, y la gliadina (componente del gluten) del trigo. Otra función importante de las proteínas es la actividad enzimática. Las **enzimas** son proteínas que aceleran las reacciones químicas que ocurren en el organismo. La mayoría de las reacciones químicas que ocurren en las células tardarían mucho tiempo, si no fuera por las enzimas.

Las proteínas producen las características de los organismos

Algunas de las proteínas de nuestro cuerpo influyen de manera directa sobre el fenotipo. Pero, en la mayoría de los casos, no es la proteína la que participa directamente en el fenotipo, sino su actividad. Esto se observa en el caso de las enzimas, que ayudan a acelerar reacciones que, por ejemplo, producen un pigmento. De este modo, según los alelos que posean el gen o los genes que determinan la formación de un pigmento, el color puede variar. En algunos casos, la falta de pigmentación se debe a que alguna enzima que participa en la producción del pigmento no posee ningún alelo funcional (homocigota). Por lo tanto, la enzima no funciona y el pigmento no se produce. El cabello, la piel o los pétalos quedan entonces despigmentados o blancos, según el caso. Por lo tanto, hay una combinación de factores que producen las características más complejas.

La falta de pigmentos en los organismos suele deberse a la pérdida de función de alguna enzima que participa en la formación de los pigmentos.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723



Mecanismo de acción de enzimas con función anabólica o con función catabólica.

Las enzimas

Las enzimas son catalizadores biológicos que aceleran las reacciones químicas. Muchas reacciones químicas no ocurren con rapidez en las condiciones en las que se encuentran las células, pero sí ocurrirían si aumentara la temperatura, dado que se produciría un aumento en el movimiento de las moléculas. Al moverse con mayor velocidad, aumenta la probabilidad de choques entre las moléculas. Estos choques entre moléculas proporcionan la energía necesaria para que las moléculas se rompan y se combinen para formar otras diferentes. Como los organismos no pueden elevar demasiado su temperatura, deben recurrir a las enzimas, que aceleran las reacciones químicas sin necesidad de "sobrecalentar" las células.

En toda reacción química se produce una transformación de las sustancias iniciales, también llamados reactivos o **sustratos**, a partir de los cuales se obtienen las sustancias finales o **productos**.

El lugar de la enzima en donde el sustrato se une a la enzima se denomina **sitio activo**, y está determinado por la configuración tridimensional de la proteína. En este lugar solo se une un determinado sustrato; por consiguiente, cada enzima es específica de un sustrato y de una reacción química en particular.

Las enzimas pueden actuar de dos maneras. Algunas se fijan fuertemente al sustrato, de modo que debilitan sus enlaces y así no hace falta tanta energía para romperlos y producir dos o más productos. A este tipo de transformación se lo llama **degradación** o **con función catabólica**. Otras enzimas, en cambio, atraen a las sustancias reaccionantes hacia su superficie, de modo que aumenta la posibilidad de encuentro; entonces, la reacción se produce más fácilmente y se obtiene un producto. A este tipo de transformación se lo llama **síntesis** o **con función anabólica**.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Actividades experimentales

Actividad de la catalasa en el hígado

La siguiente experiencia tiene como objetivo observar la actividad de la catalasa, y evidenciar el efecto de la temperatura y el pH sobre la actividad de las enzimas.

Necesitan:

- trocitos de hígado de vaca
- agua oxigenada
- 5 tubos de ensayo
- gradilla
- mechero
- vinagre
- agua
- astillas de madera
- pinza de madera

Paso 1. Tomen dos tubos de ensayo y coloquen tres trocitos de hígado en cada tubo. Enumeren los tubos.

Paso 2. Viertan 3 mℓ de agua en el tubo 1. Tómenlo con la pinza y calienten pasándolo sobre la llama del mechero hasta que el agua hierva.

Paso 3. Viertan 3 mℓ de vinagre en el tubo 2 y déjenlo 5 minutos.

Paso 4. Pasen los trozos de hígado de los tubos 1 y 2 a dos tubos limpios, sin el agua y sin el vinagre. En otro tubo limpio, coloquen trocitos de hígado fresco.

Paso 5. Agréguenle a cada tubo 3 mℓ de agua oxigenada, registren y analicen lo observado.

Paso 6. Para corroborar que la reacción observada se debe a la catalasa, acerquen a la boca de los tubos una astilla de madera encendida y observen.

a. ¿Reaccionaron todos los tubos de la misma manera, cuando se les agregó el agua oxigenada? Expliquen los resultados en cada tubo.

b. ¿Qué datos nos proporciona la astilla de madera encendida?

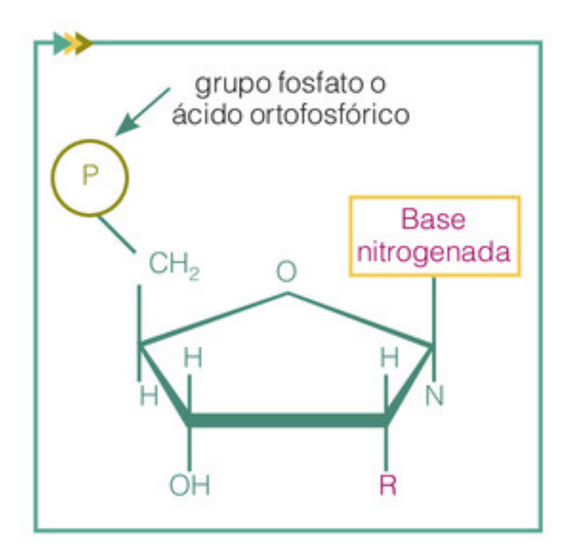
El ADN como centro de la información genética

Cada célula contiene la información completa para sintetizar todas las proteínas, y cada tipo de célula sintetiza las proteínas que necesita de acuerdo con la función que cumpla en el organismo. Por ejemplo, algunas células del páncreas producen insulina y otras glucagón, para regular los niveles de glucosa en la sangre.

Muchas de las proteínas que se producen en el cuerpo son iguales en todas las células, aunque cada tipo celular también sintetiza proteínas exclusivas. Por ejemplo, una glándula salival no produce hemoglobina y sí sintetiza enzimas (amilasa salival) para formar la saliva. Por otra parte, un glóbulo rojo contiene hemoglobina y no queratina, como sí posee una célula de la piel.

Las proteínas son las que finalmente definen, de forma directa o indirecta, las características propias de cada individuo como, por ejemplo, el color del cabello, el tamaño y la forma de la nariz, y la estatura, entre otras. A su vez, existen pequeñas variantes entre las proteínas de los diferentes individuos. Estas diferencias nos hacen únicos, definen nuestro fenotipo exclusivo. Cabe recordar que nuestro fenotipo no solo está dado por el componente genético (genotipo), sino también por la influencia del ambiente.

La información para sintetizar las proteínas está en el ADN de las células. El ADN se encuentra en el núcleo celular y también en organelas celulares, como las mitocondrias y los cloroplastos.



Si **R** = H, el azúcar es desoxirribosa. Si **R** = OH, el azúcar es ribosa. Las bases nitrogenadas pueden ser: adenina, guanina, citosina, timina o uracilo.

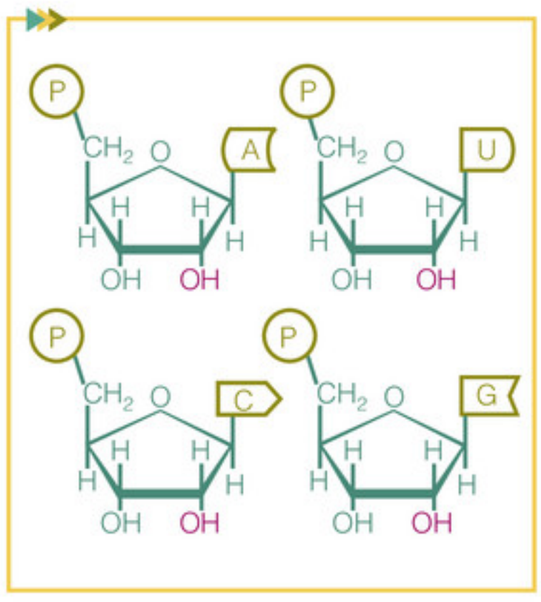
Composición y estructura de los ácidos nucleicos

El **ADN** (ácido desoxirribonucleico), al igual que los **ARN** (ácidos ribonucleicos) y el **ATP** (adenosín-trifosfato) pertenecen al grupo de biomoléculas denominadas **ácidos nucleicos**. El ADN y los ARN son cadenas o polímeros de cientos o miles de nucleótidos. Los **nucleótidos** son los monómeros o unidades estructurales de los ácidos nucleicos.

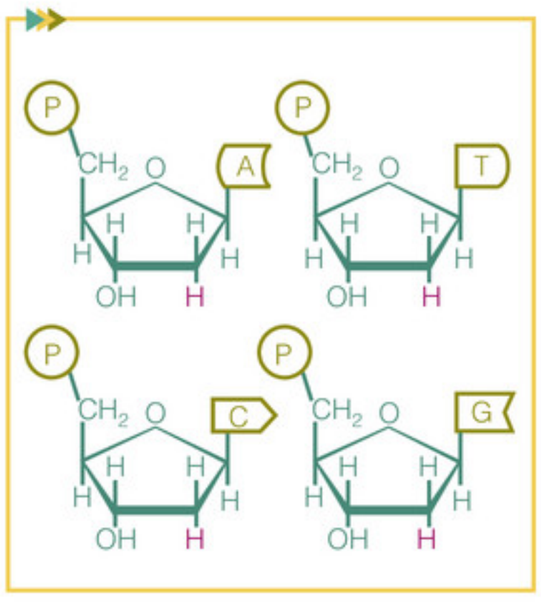
Existen diferentes nucleótidos, aunque todos tienen una estructura común formada por un azúcar, una base nitrogenada y un grupo fosfato.

Los nucleótidos pueden tener dos tipos de azúcares diferentes, la **desoxirribosa**, que forma los nucleótidos de ADN, y la **ribosa**, que forma los nucleótidos de ARN.

Las bases nitrogenadas pueden ser adenina, guanina, citosina, timina o uracilo. Las tres primeras son comunes al ADN y al ARN. La timina solo está presente en los nucleótidos de ADN, mientras que el uracilo, solo en los nucleótidos de ARN. Por lo tanto, existen ocho nucleótidos diferentes, de los cuales cuatro forman parte del ADN y contienen desoxirribosa como azúcar, y cuatro forman parte de los ARN y contienen ribosa como azúcar.

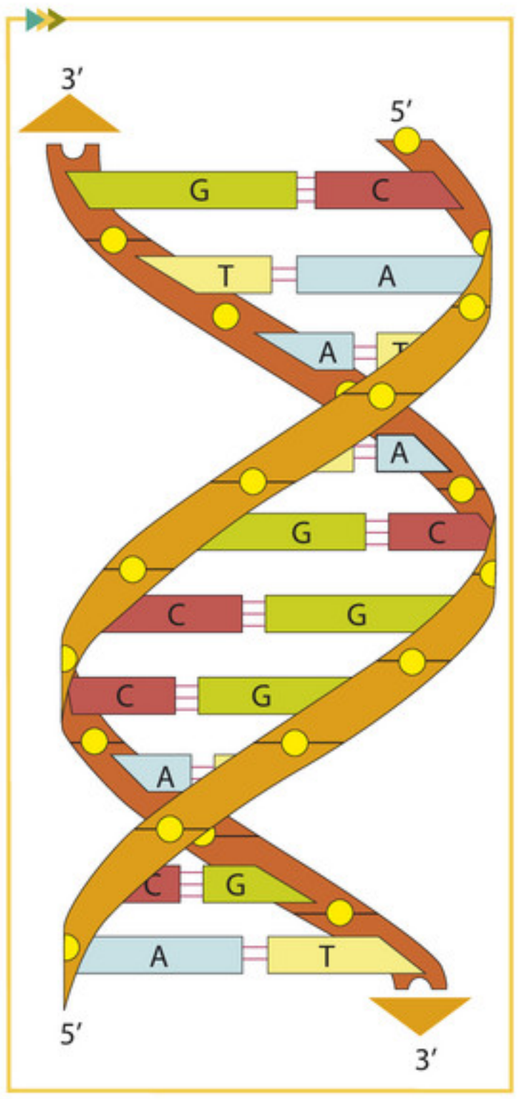


Cuatro nucleótidos que forman ARN.



Cuatro nucleótidos que forman ADN.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723



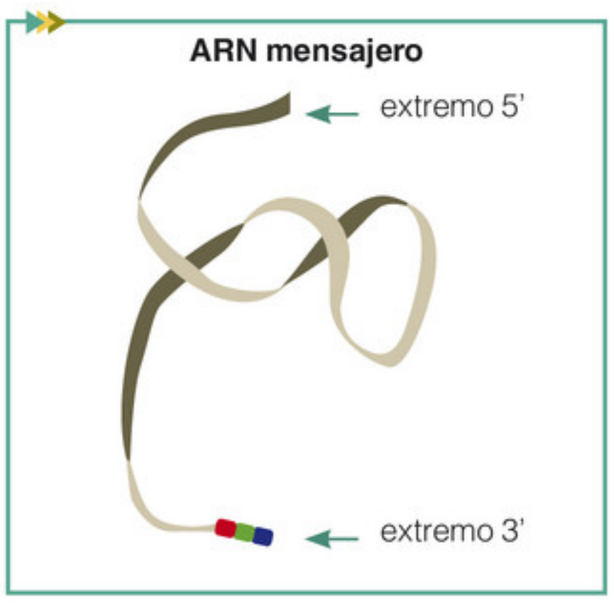
Una cadena de ADN está formada por dos hebras de nucleótidos complementarias. Cada cadena de nucleótidos tiene una dirección determinada, que siempre es desde el extremo 5' hacia el extremo 3'.

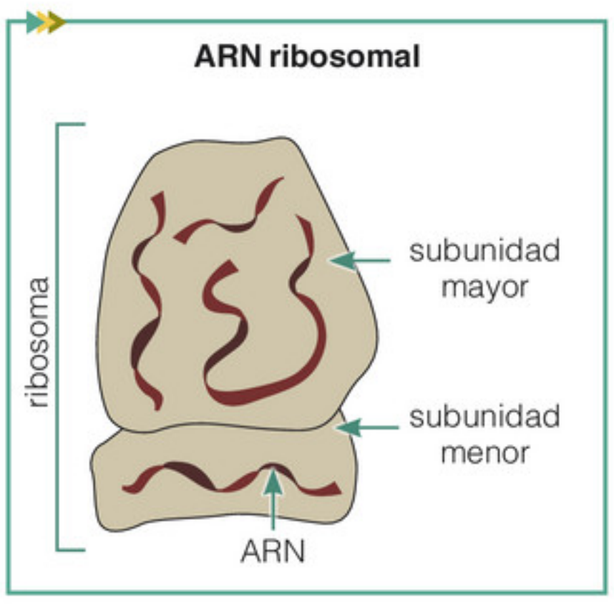
Los nucleótidos se unen entre sí y forman cadenas. Las uniones de los nucleótidos se producen a través del grupo fosfato de un nucleótido con el azúcar del siguiente y forman hebras de nucleótidos. El ADN, a diferencia de los ARN, está formado por dos hebras de nucleótidos enfrentadas por sus bases nitrogenadas, de modo que se aparean y se unen por enlaces del tipo puente de hidrógeno. Existe siempre una **complementariedad** entre las bases, de modo que los nucleótidos con adenina se unen con los nucleótidos con timina (A-T), y la citosina con la guanina (C-G). Las dos hebras enfrentadas son **antiparalelas**, ya que cada hebra tiene dirección contraria. Por eso se dice que una molécula o cadena de ADN está formada por dos hebras antiparalelas y complementarias.

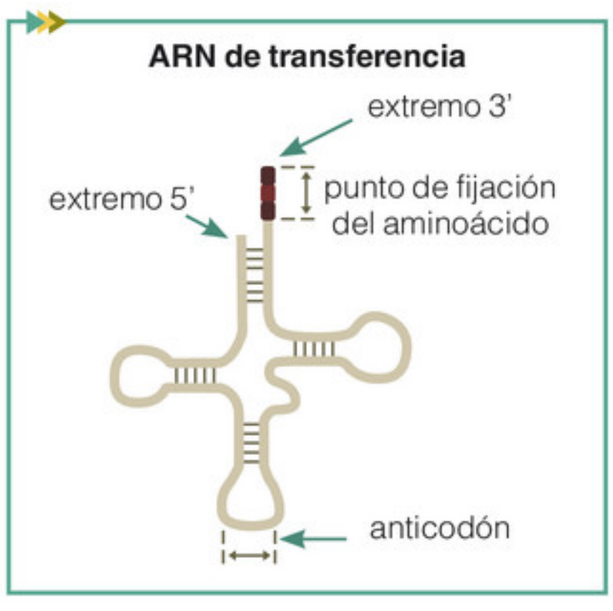
En general se compara la molécula de ADN con una escalera de caracol, por la configuración en el espacio que toman las dos hebras apareadas, pero esa no es la verdadera forma del ADN. Sí podemos compararla con una escalera, pero con una escalera común, a la cual se la toma de ambos extremos y luego se los gira en direcciones contrarias. Así, los costados de la escalera representan los fosfatos y azúcares unidos, mientras que los peldaños, las bases nitrogenadas apareadas. De este modo, toma una forma de doble hélice.

Los ARN, en cambio, son cadenas formadas por una sola hebra de nucleótidos. Hay varios tipos de ARN, pero tres de ellos son los más comunes, presentes tanto en las células procariotas como en las eucariotas:

- Los **ARN mensajeros** (ARNm) llevan la información para sintetizar una proteína hasta los ribosomas. Suelen ser cadenas lineales, y en su secuencia de nucleótidos está codificada la secuencia u orden de aminoácidos que tendrá la proteína.
- Los **ARN ribosomales** (ARNr) tienen función estructural, ya que junto con proteínas ribosomales forman los ribosomas, lugar donde se realizará la síntesis de proteínas.
- Los **ARN de transferencia** (ARNt) se encargan de transportar los aminoácidos hasta los ribosomas para la síntesis de proteínas. Como los demás, están formados por una sola hebra de nucleótidos, pero que se pliega y adquiere una estructura tridimensional en L; en general se lo grafica en forma de trébol. En su estructura se destacan dos partes importantes: una de unión al aminoácido y otra formada por tres nucleótidos, denominada **anticodón**, que se utiliza para el reconocimiento o lectura de los ARNm. Existen 61 ARNt diferentes, y cada uno transporta un aminoácido específico.





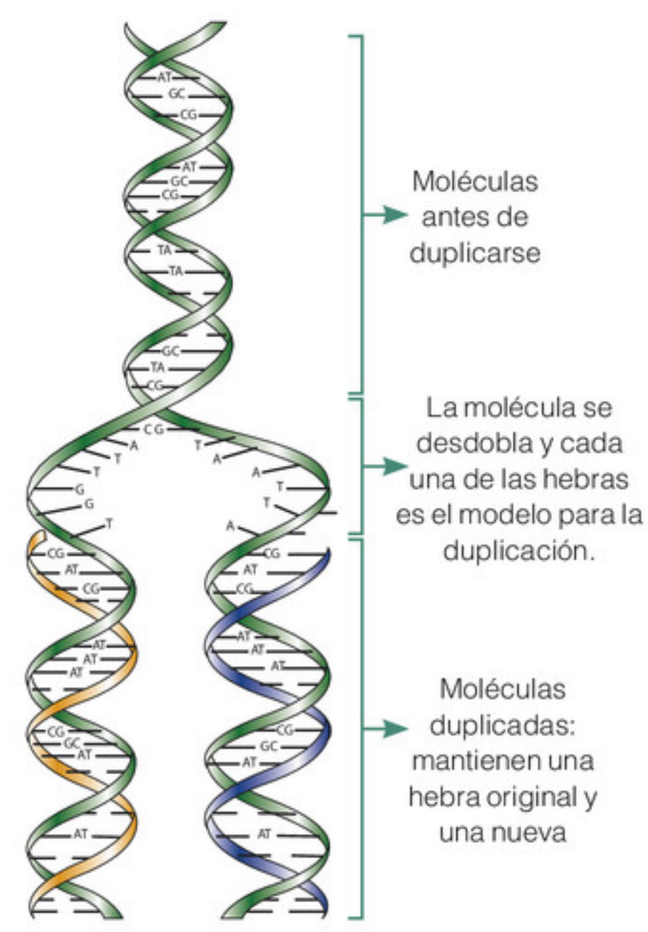


© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Autoduplicación del ADN

A diferencia de los ARN, el ADN tiene la capacidad de autoduplicarse y producir copias exactas de sí mismo. Este proceso de **replicación** o duplicación del ADN solo se realiza antes de que la célula se divida en dos células hijas. De este modo, cada una recibirá una copia completa y exacta de la información que poseía la célula madre.

Durante la duplicación del ADN, las dos hebras son separadas por unas enzimas denominadas **helicasas**, que desarman la estructura de doble hélice. Cada hebra de nucleótidos queda expuesta para que los nucleótidos con desoxirribosa que se encuentran en el núcleo se unan o apareen en forma complementaria. Una enzima denominada **ADN polimerasa** une los nucleótidos que se aparearon a cada una de las hebras del ADN para formar una nueva hebra de nucleótidos. De esta manera, en cada una de las hebras se forma una hebra nueva complementaria y, por lo tanto, se formarán dos cadenas idénticas de ADN. Este modelo de replicación del ADN se denomina **semiconservativo**, porque en cada una de las cadenas obtenidas luego de la replicación se conserva una hebra vieja u original del ADN del que se partió.



La duplicación de la molécula de ADN es semiconservativa.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Actividades experimentales

Extracción de ADN de frutilla

Necesitan:

- tres frutillas
- una licuadora
- dos tazas o vasos de plástico
- una cucharita de plástico
- 50 mℓ de agua destilada
- una varilla de vidrio o pipeta Pasteur
- champú o detergente claro transparente
- un filtro de papel
- sal fina
- un tubo de ensayo
- alcohol puro de 96° frío
- un recipiente con hielo

Paso 1. Coloquen las tres frutillas con 10 mℓ de agua destilada en la licuadora.

Paso 2. Licuen durante 30 segundos, hasta que la solución se mezcle bien.

Paso 3. Coloquen una cucharadita de champú o detergente, dos pizcas de sal y 10 mℓ de agua destilada en una de las tazas o vasos de plástico.

Paso 4. Revuelvan suavemente para disolver la sal y el champú. Traten de no formar espuma.

Paso 5. Incorporen la solución de frutillas licuadas a la mezcla de agua, champú o detergente, y sal.

Paso 6. Mezclen despacio la solución con la cucharita durante 5 a 10 minutos.

Paso 7. Coloquen el filtro de papel sobre una taza o vaso limpio, de modo que no toque el fondo.

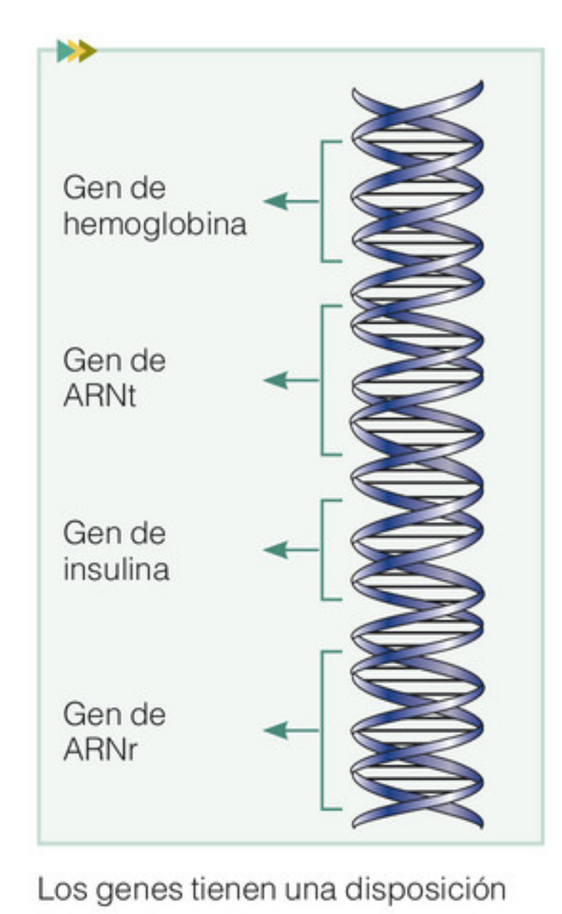
Paso 8. Filtren la mezcla y dejen pasar unos minutos hasta obtener al menos 5 ml de solución filtrada. Viertan la solución en un tubo de ensayo limpio.

Paso 9. Inclinen el tubo de ensayo con los 5 mℓ de la solución filtrada y agreguen, suavemente y haciéndolo chorrear por la pared, alcohol puro previamente enfriado. Eviten que se mezclen la solución y el alcohol.

Paso 10. Dejen reposar la solución por 4 a 5 minutos, sin mover ni batir el tubo.

Paso 11. Observen el material de color blanco a transparente que precipita en la interfase con el alcohol: es el ADN.

Paso 12. Cuando se obtienen buenos resultados, habrá suficiente ADN como para enrollar con una varilla de vidrio o una pipeta Pasteur. El ADN tiene la apariencia de moco blanco y fibroso, y es visible a simple vista debido a la gran cantidad de moléculas obtenidas.



Los genes tienen una disposición lineal en las moléculas de ADN.

Síntesis de proteínas

Aunque el ADN contiene la información genética, no controla de forma directa la síntesis de proteínas. Las proteínas se sintetizan en los ribosomas del citoplasma, y esto ocurre en la célula de manera constante. Si el ADN tuviera que trasladarse hasta los ribosomas, no sería un mecanismo práctico ni eficiente. Por lo tanto, el ADN envía copias de la información genética a través de los ARNm, donde se establece el orden de los aminoácidos que tendrá esa proteína. Se podría comparar el ADN con el disco rígido de una computadora. Por ejemplo, cuando se necesita pasarle a alguien un documento de Word, no se saca el disco rígido de la computadora, sino que se realiza una copia en un CD, un *pendrive*, o cualquier dispositivo portátil de almacenamiento de información.

Todos los ARN se sintetizan a partir de la información contenida en el ADN por un proceso llamado **transcripción**.

Los fragmentos de ADN que contienen información para sintetizar proteínas, ARNt o ARNm, son los genes. Estos se encuentran distribuidos a lo largo de las moléculas de ADN.

Proceso de transcripción de los ARN

La transcripción de los ARN a partir del ADN es realizada por la enzima **ARN polimerasa**, que une los nucleótidos formando las cadenas de ARN. Cada ARN se transcribe de acuerdo con las necesidades de la célula, y no todos los genes se traducen en proteínas, ya que algunos codifican para producir ARNt o ARNr.

Delante de cada gen existe una región denominada promotor* que regula cuándo y en qué célula se transcribe ese gen. Al promotor se pega la ARN polimerasa, junto con otras proteínas denominadas **factores de transcripción***. De esta manera, según los factores de transcripción presentes en una determinada célula, se realiza la transcripción de algunos genes específicos. Por ejemplo, en algunas células del páncreas hay una serie de factores de transcripción que permiten que se transcriba y se sintetice la insulina. Esa combinación de factores de transcripción no existe en otras células, por eso no hay otras células que produzcan insulina.

La síntesis de ARN comienza con la separación de las dos hebras del ADN en la porción que contiene el gen a transcribir. Una de las hebras tiene la información para el ARN y la otra sirve como molde para que se unan los nucleótidos con ribosa de manera complementaria. La dirección de la transcripción siempre es en **sentido 3' a 5'**. Cuando en el ADN hay un nucleótido con timina, se une una adenina; cuando hay una citosina, se une una guanina, y viceversa. Cuando encuentra una adenina, se une un nucleótido con uracilo. La ARN polimerasa une los nucleótidos entre sí para formar la cadena de ARN. Una vez terminada la transcripción, el ARN se desprende de la hebra molde del ADN y las dos hebras vuelven a aparearse. Si es un ARNm, sale del núcleo al citoplasma para unirse a los ribosomas. Si se trata de un ARNt en el citoplasma, llevará el aminoácido que le corresponda. En cambio, si es un ARNr, se une a proteínas en el nucléolo de la célula y forma las subunidades de los ribosomas, que también migran al citoplasma para la síntesis de proteínas.

Glosario

factores de transcripción: grupo de proteínas que se unen a los promotores de los genes y permiten que la ARN polimerasa transcriba un gen específico.

promotor: región regulatoria presente delante de cada gen, que es reconocida por los factores de transcripción y la ARN polimerasa para que se produzca la transcripción.

Actividades

1. Dada la siguiente hebra de ADN, escriban la hebra complementaria.
TGA-CGC-ATG-CCC-GAG-GGT-TCG-ACG-TGA-CGA

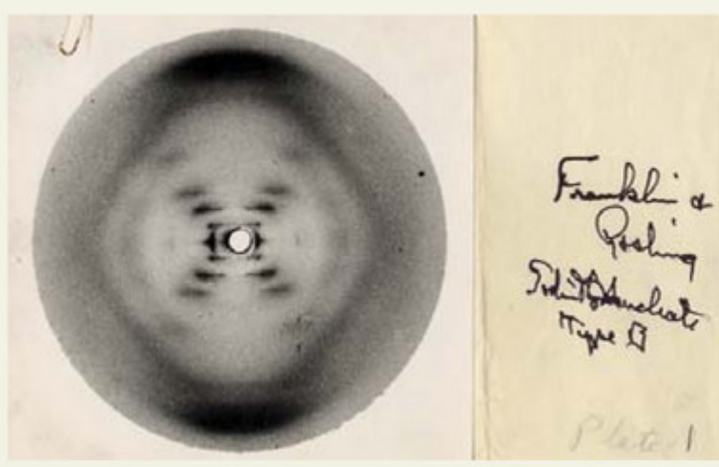
2. Sobre la base de la hebra obtenida como molde, realicen la transcripción del ARNm.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Francis Crick y James Watson

Se dice que el 28 de febrero de 1953, Francis Crick entró en un bar de Cambridge en el Reino Unido junto a su compañero de trabajo James Watson y alardeó ante los presentes acerca de que habían descifrado "el secreto de la vida". Este anuncio les valdría el Premio Nobel en 1962. Watson y Crick habían encontrado algo que ponía a la humanidad más cerca de una respuesta a la eterna pregunta de cómo es posible la vida: la famosa estructura de "doble hélice" del ácido desoxirribonucleico, más conocido como ADN, un misterio que le había quitado el sueño a los científicos durante décadas. Antes que ellos, otros científicos habían deducido de qué estaba formado el ADN, pero no se sabía cómo esos componentes estaban combinados y ubicados en la molécula. Watson y Crick, en lugar de realizar experimentos en el laboratorio, decidieron realizar modelos de cómo debería verse el ADN de acuerdo con los datos obtenidos hasta el momento. Propusieron una estructura en doble hélice de la molécula de ADN, que coincidía con el patrón de difracción de rayos X que habían realizado Rosalind Franklin y el equipo de Wilkins: ambos habían empleado la cristalografía de rayos X para obtener "fotografías" de la molécula de ADN. La figura helicoidal "par" presentaba en su exterior las moléculas de azúcar y las cadenas de fosfatos, y guardaban en su interior las bases emparejadas de forma complementaria (adenina con timina y citosina con guanina). El nuevo modelo, caracterizado por el sumo rigor del trabajo y del informe, permitió obtener la información que hace posible la vida en los genes, y entender el proceso de replicación que permite la transmisión del material hereditario de unas generaciones a otras. "La estructura del ácido nucleico que proponemos –publicaban los dos investigadores en la prestigiosa revista científica *Nature* – puede contribuir a resolver uno de los problemas biológicos fundamentales: la base molecular de la plantilla necesaria para la autorreproducción genética". Ambos sintieron desentrañar con su hallazgo "el secreto de la vida".

James Watson y Francis Crick.



"Fotografía 51", tomada por Rosalind Franklin. Imagen del ADN obtenida mediante difracción de rayos X.

Fuente: Revista *Nature*, vol. 171, 1953.(Adaptación).

Actividades

1. ¿Qué fue lo que descubrieron Watson y Crick en 1953?
2. ¿Qué otros científicos colaboraron en ese descubrimiento?
3. ¿Mediante qué experiencia llegaron a ese descubrimiento?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

U	U	U	U	U	C	U	U	A	U	U	G
1			2			3			4		
C	C	U	C	C	C	C	C	A	C	C	G
5			6			7			8		
A	A	U	C	A	C	A	A	A	A	A	G
9			10			11			12		
G	G	U	G	G	C	G	G	A	etc.		
13			14			15					
64 > 20, más que suficiente											

Un código en tripletes especifica 4 × 4 × 4 = 64 aminoácidos.

Proceso de traducción de las proteínas

El ADN posee la información para sintetizar las proteínas, pero su lenguaje es el de los nucleótidos, mientras que las proteínas tienen un lenguaje de aminoácidos. Por eso se establece un proceso de traducción que relaciona el lenguaje de nucleótidos del ADN con el de aminoácidos de las proteínas. En el ADN se combinan cuatro tipos diferentes de nucleótidos y existen veinte aminoácidos que tienen que estar codificados de alguna manera con las combinaciones de estos cuatro nucleótidos. Se supone que si cada nucleótido se corresponde con un aminoácido, se estarían codificando solo para cuatro aminoácidos. Pero si la información se leyera de a dos nucleótidos, se estaría codificando para 16 aminoácidos; pero son 20 los aminoácidos que se utilizan para sintetizar proteínas. Hoy se sabe que si los nucleótidos fueran leídos en tripletes*, se estarían codificando para 64 aminoácidos.

Glosario

triplete: conjunto de tres nucleótidos que son leídos juntos.

Una vez que se dedujo que cada aminoácido se corresponde con cada codón, se realizó una especie de tabla o "diccionario", llamado **código genético**, en el cual cada codón se corresponde con un aminoácido. Es muy común escuchar que se leyó el código genético de un organismo. Pero en realidad, lo que se leyó fue el **genoma** de un organismo, es decir, toda la información genética contenida en el ADN de ese organismo. El código genético es **universal**, ya que todos los organismos utilizan este mismo código, aunque pueda tener algún cambio pequeño. Además, se dice que es **redundante**, ya que un aminoácido puede estar codificado por más de un codón.

De los 64 codones que se pueden formar, solo 61 codifican para un aminoácido. Los tres restantes son señales de terminación de la proteína y se los denomina **codón terminador**, **codón parar** o **codón stop**.

Cuando se sintetiza una proteína, se transcribe la información del ADN en un ARNm, que es procesado hasta su maduración para salir del núcleo. El ARNm maduro llega al citoplasma y se une con la subunidad menor del ribosoma. Este se desplaza hasta encontrar el **codón de iniciación** AUG, que codifica para el aminoácido **metionina**.

Segunda letra

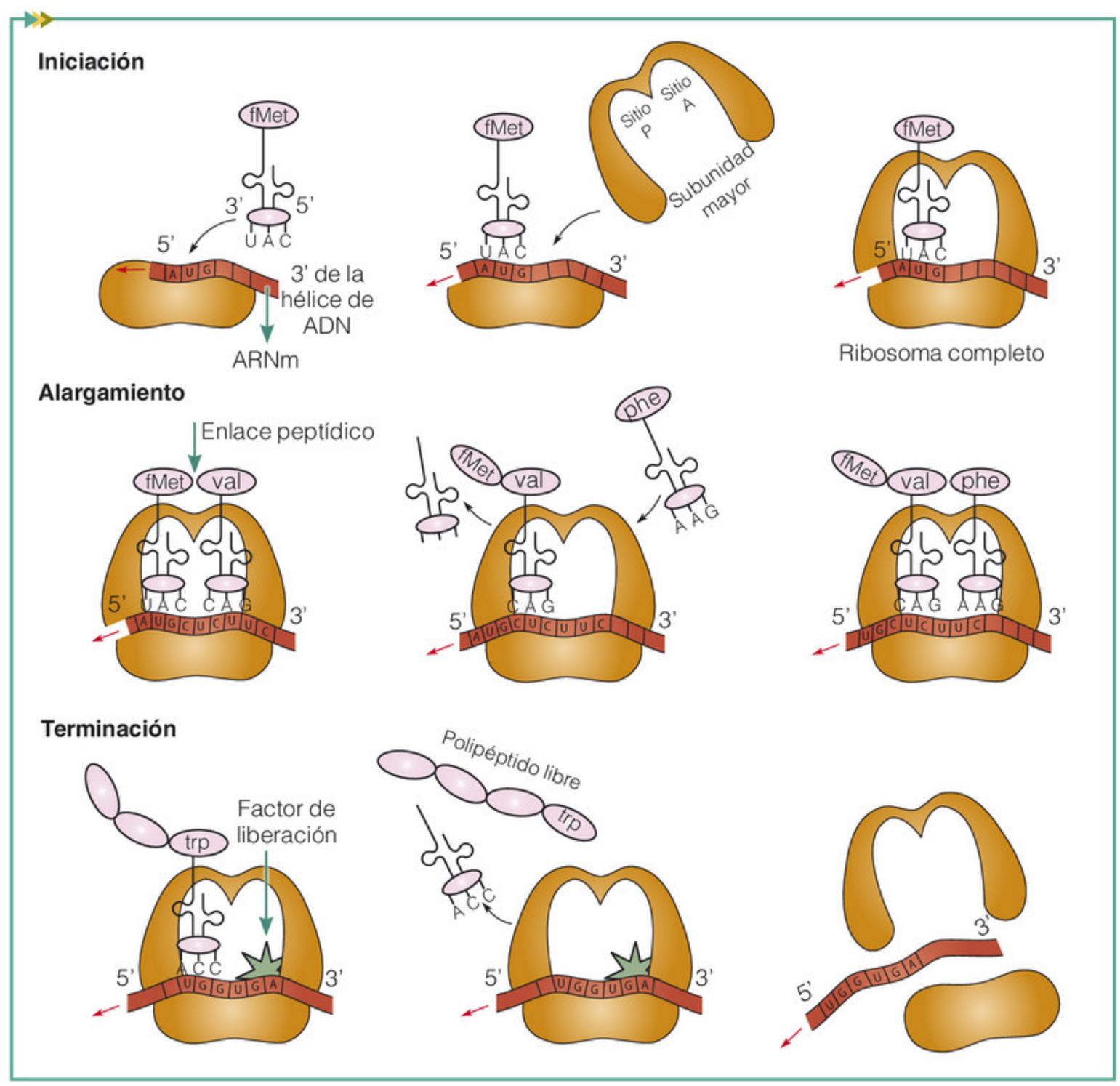
Primera letra	U	C	A	G	
U	UUU, UUC: Fenilalanina UUA, UUG: Leucina	UCU, UCC, UCA, UCG: Serina	UAU, UAC: Tirosina UAA, UAG: Código de parada (codón stop)	UGU, UGC: Cisteína UGA: Código de parada UGG: Triptófano	U C A G
C	CUU, CUC, CUA, CUG: Leucina	CCU, CCC, CCA, CCG: Prolina	CAU, CAC: Histidina CAA, CAG: Glutamina	CGU, CGC, CGA, CGG: Arginina	U C A G
A	AUU, AUC, AUA: Isoleucina AUG: Metionina (iniciación)	ACU, ACC, ACA, ACG: Treonina	AAU, AAC: Asparagina AAA, AAG: Lisina	AGU, AGC: Serina AGA, AGG: Arginina	U C A G
G	GUU, GUC, GUA, GUG: Valina	GCU, GCC, GCA, GCG: Alanina	GAU, GAC: Ácido aspártico GAA, GAG: Ácido glutámico	GGU, GGC, GGA, GGG: Glicina	U C A G

Código genético.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Un ARNt se une al codón AUG del ARNm por complementariedad con las bases de los tres nucleótidos de reconocimiento o **anticodón**. En el caso del ARNt complementario al codón AUG, es el que tiene el anticodón UAC y lleva el aminoácido metionina. Luego de unirse el primer ARNt, se une la subunidad mayor del ribosoma, para constituir así un ribosoma funcional y completo. El próximo ARNt cargado con un aminoácido entra en el ribosoma y permanece si existe una complementariedad entre el codón y el anticodón. Cuando se une el segundo ARNt, el aminoácido del primero se desprende y se une al aminoácido del segundo ARNt. El primer ARNt se separa del ribosoma para volver a cargarse con el aminoácido correspondiente. El ribosoma ahora se corre un codón hacia la derecha y deja lugar vacío en el ribosoma para que entre otro ARNt cargado con otro aminoácido. Un tercer ARNt entra y, si su anticodón es complementario al codón del ARNm, los aminoácidos del ARNt que estaban en el ribosoma se desprenden y se unen al aminoácido del ARNt que entró en último lugar. Luego, el ribosoma se corre un codón hacia la derecha y el ARNt vacío se desprende. Este proceso se repite tantas veces como codones tenga el ARNm o aminoácidos posea la proteína. Cuando se llega a un codón terminador o *stop*, que señala la terminación de la proteína, culmina la síntesis de esa proteína. Al no existir ningún ARNt cuyo anticodón pueda unirse a los codones parar, la proteína se desprende y las subunidades de los ribosomas se separan a la espera de otro ARNm para traducir. El proceso de síntesis es **endergónico**, ya que por cada aminoácido que se agrega se gasta energía.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723



Proceso de traducción de proteínas.

Actividades

1. Dada la siguiente secuencia de ARNm, realicen su traducción en proteína. Empleen el código genético.

GCA-UGG-CCA-CGU-UGA-CCU-CAC-GUU-GAG-AGU

Berenjena mutante.

Margarita mutada.

Mutación en *Drosophila melanogaster* o mosca de la fruta, en la cual aparecen ojos no funcionales en las patas delanteras.

Mutaciones génicas

Si bien la duplicación del ADN genera dos copias exactas de la molécula original, muchas veces ocurren cambios que no son reconocidos y no se agregan los nucleótidos exactos. Si cambian uno o más nucleótidos en una secuencia de ADN, ocurre una **mutación**. Las mutaciones son generadas por una gran cantidad de factores físicos, químicos o biológicos, denominados **agentes mutagénicos**, tales como radiaciones (rayos ultravioleta, rayos X, rayos gamma), compuestos químicos y algunos virus que se insertan en el ADN de algunas células. Existen diferentes sistemas de corrección de los cambios ocurridos en el ADN, pero si el ADN se duplica antes de que se corrijan esos errores, la mutación queda establecida en la nueva cadena de ADN, y la mutación queda fijada. Es importante destacar que si una mutación ocurre, por ejemplo, en una célula de la piel, esta solo quedará en estas células y no será transmitida a la descendencia. Si la mutación ocurre en las células sexuales o gametas, esa mutación se transmitirá a los descendientes.

Siempre que se habla de mutaciones o mutantes, se piensa en deformidades y cambios fantásticos en los organismos, pero esto no siempre es así. Muchas mutaciones pueden ser beneficiosas o producir pequeños cambios en el fenotipo de los organismos; en general son mutaciones puntuales, en la que cambia un solo nucleótido por otro. Esto puede dar lugar a que la proteína siga siendo funcional y la mutación pase desapercibida. Este tipo de mutaciones es el que ayuda a la aparición de alelos o variantes de un gen; por ejemplo, podría producir un cambio en el color de los ojos o de otras características. Gracias a estas mutaciones que ocurren de manera espontánea, se produce gran variabilidad entre los organismos, lo que permite su evolución. Otras mutaciones pueden ser más drásticas, como por ejemplo cuando se eliminan o se añaden uno o varios nucleótidos en el ADN. En estos casos, la alteración puede ser tan grande que la proteína deja de ser funcional y causa una enfermedad genética o, incluso, la muerte.

Existen diferentes tipos de mutaciones, que se clasifican en **mutaciones por sustitución**, **por adición** o **inserción**, y **por deleción** o **supresión**.

Mutaciones por sustitución

Son las mutaciones que ocurren cuando un nucleótido es cambiado por otro. Si esta mutación ocurre en un gen que codifica para una proteína, se produce un cambio en un codón y cambia el aminoácido de la proteína. En este caso se denomina **mutación con cambio de sentido**. A veces, cuando muta el tercer nucleótido del codón, el codón cambia, pero el aminoácido sigue siendo el mismo. A este tipo de mutación por sustitución se lo denomina **mutación silenciosa**, ya que el nucleótido cambia en el ADN, pero la proteína no cambia sus aminoácidos. Esto es posible gracias a que hay varios codones que codifican para el mismo aminoácido.

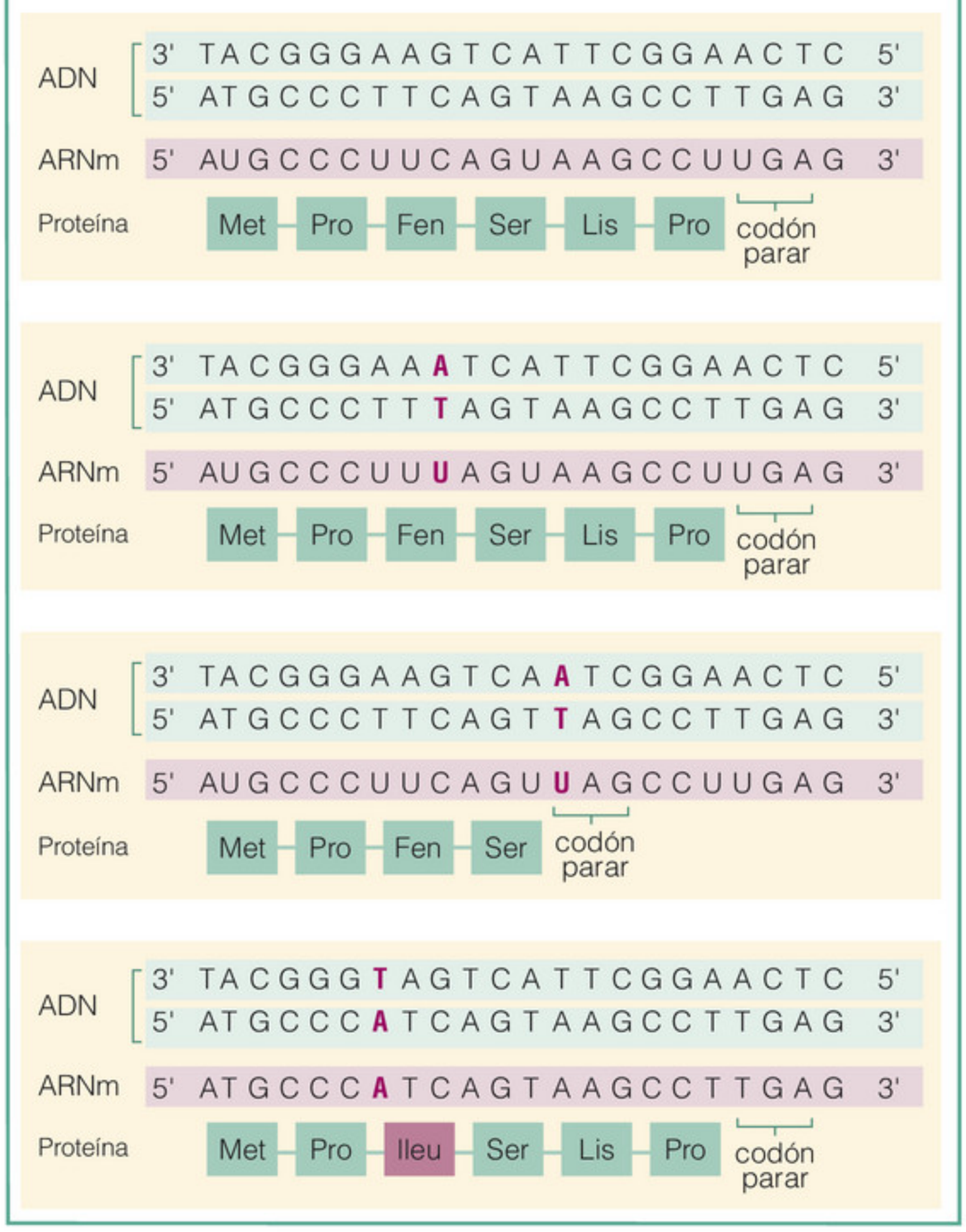
Si ante un cambio de un nucleótido se formara un codón de terminación, se dice que se produjo una **mutación sin sentido**. En este caso, cuando se produzca la traducción de la proteína y llegue a ese codón mutado, se producirá

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

una terminación antes de tiempo en la proteína. Cuando ocurre esto, la proteína puede ser no funcional.

En el genoma existen grandes porciones que no forman parte de los genes. Estas regiones, denominadas **no codificantes**, pueden soportar más mutaciones, ya que al producirse no alteran el fenotipo ni la supervivencia del individuo. Por otro lado, si se producen mutaciones en las regiones regulatorias, también se puede alterar la normal transcripción de los genes que regulan. De este modo, podría reducirse la cantidad de proteína que se produzca, o directamente no sintetizarse, por no producirse la transcripción.

Mutaciones con cambio de sentido, silenciosa y sin sentido



Mutaciones por adición o inserción

Son las mutaciones que se producen cuando se agregan uno o más nucleótidos en una secuencia de ADN. En este caso, si se agregan tres nucleótidos o múltiplos de tres, se estarán agregando uno o más aminoácidos a la proteína. Pero cuando no son múltiplos de tres, la proteína cambia de manera notable a partir de los nucleótidos que se insertaron, dado que los codones serán modificados y, por ende, se cambiarán los aminoácidos.

Mutaciones por deleción o supresión

Estas mutaciones se producen cuando se eliminan uno o más nucleótidos en una secuencia de ADN. Si se eliminan tres nucleótidos o múltiplos de tres, se pierden uno o más aminoácidos de la proteína. Pero si no son múltiplos, la proteína también se modifica a partir del comienzo de la mutación, ya que los codones cambian y, por ende, también los aminoácidos de la proteína.

Actividades

1. Con las proteínas de los siguientes casos, decidan y argumenten qué tipo de mutación pudo haber ocurrido.

Proteína normal: metionina - lisina - cisteína - fenilalanina - serina

a. metionina - lisina

b. metionina - lisina - triptófano - fenilalanina - serina

c. metionina - lisina - cisteína - valina - alanina - lisina

d. metionina - lisina - cisteína - histidina - fenilalanina - serina

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Agentes mutagénicos

Los pomelos rosados se obtuvieron por irradiación con rayos X.

Los agentes mutagénicos son factores que interaccionan de manera directa o indirecta con el ADN y que provocan mutaciones. Aceleran la tasa de mutación que ocurre de manera espontánea por errores que cometen las enzimas durante la replicación del ADN o por falta de detección de los sistemas de reparación del ADN que poseen las células. Muchos agentes mutágenos se usan en el mejoramiento de cultivos para generar variabilidad genética. De este modo, las mutaciones que podrían ocurrir de manera espontánea se aceleran.

Existen diferentes tipos de mutagénicos, que se pueden clasificar en mutagénicos químicos, físicos y biológicos.

▸ **Mutagénicos químicos**: son compuesto químicos capaces de alterar la estructura del ADN. Algunos producen cambios en las bases nitrogenadas, de modo que cuando la ADN polimerasa replica el ADN, lo lee como si fuera otra base. En otras ocasiones, los productos químicos pueden eliminar alguna base nitrogenada, en general adenina o guanina. Si los sistemas de reparación del ADN no detectan esta falla antes de la duplicación del ADN, la ADN polimerasa coloca cualquier nucleótido. Otras sustancias mutagénicas son las llamadas **intercalantes**. Estas se ubican entre dos bases nitrogenadas consecutivas, por lo que la ADN polimerasa, en lugar de leer dos bases, lee tres e introduce una base más en el ADN. Esto produce una adición y corrimiento en la lectura de los codones.

▸ **Mutagénicos físicos**: son los diferentes tipos de radiaciones que pueden alterar la estructura o la secuencia del ADN. La radiación ultravioleta suele actuar cuando hay dos bases nitrogenadas de timina consecutivas y que están unidas, de modo que se forma lo que se denomina un **dímero de timina**. Durante la replicación, la ADN polimerasa lee una sola timina y causa una deleción en el ADN. Las llamadas **radiaciones ionizantes**, como los rayos X y gamma, provocan daños a veces irreparables. Generan roturas en el ADN, que son subsanadas por los sistemas de reparación. Muchas veces, esas uniones no se realizan de manera correcta y se generan alteraciones en la estructura del cromosoma. Es decir, se producen mutaciones cromosómicas, como inversiones o deleciones de fragmentos de ADN en los cromosomas.

▸ **Mutagénicos biológicos**: son los provocados por algunos virus o por transposones. Algunos virus, sobre todo los retrovirus (virus con genoma de ARN), se insertan en el genoma de las células infectadas. Estas inserciones pueden interrumpir o alterar la expresión de algún gen. Los **transposones** son fragmentos de ADN que pueden moverse en forma autónoma a otras partes del genoma. Están presentes en todos los organismos, incluso en el ser humano, pero suelen estar silenciados y, por ende, inmóviles. También, algunas toxinas producidas por hongos generan compuestos mutagénicos cuando se metabolizan en el hígado. Este es el caso de las aflatoxinas que, al ser degradadas por el hígado, producen un compuesto que actúa como un **intercalante**.

Curiosidades

Los virus que poseen ARN como material genético tienen una alta tasa de mutación. Esos cambios permiten evadir al sistema inmune, ya que varían de un año a otro, como en el caso del virus de la gripe.

Actividades

1. Analicen y propongan una explicación para las siguientes afirmaciones.

a. No se debe realizar radiografías a mujeres embarazadas.

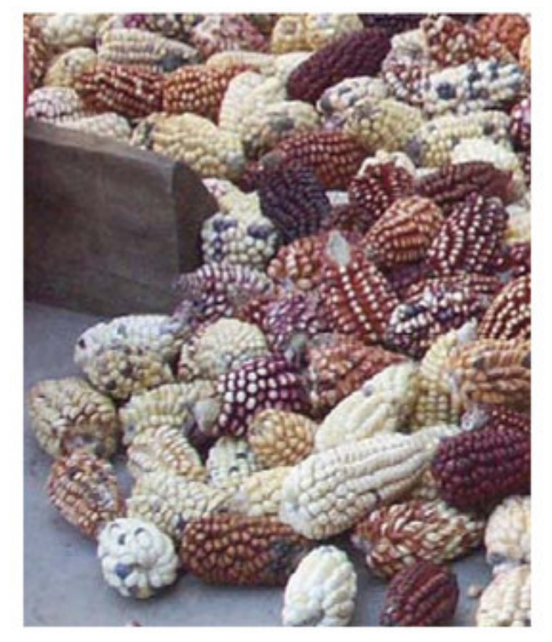
b. En los casos de exposición al sol, se debe usar protector solar.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Epigenética

A veces, en la ciencia aparecen hechos inesperados e inexplicables. Esto hace que se comience a investigar sobre el tema. Así fue cómo surgieron las investigaciones en lo que se denomina *epigenética*.

Un investigador tenía dos líneas puras de plantas de maíz, cada una con un color de grano diferente, es decir, homocigotas para el gen en estudio. Una de las líneas producía granos morados y la otra, granos blancos. Según las leyes de herencia mendeliana, al cruzarlas deberían haber aparecido todas plantas heterocigotas cuyo fenotipo debería haber sido con granos morados, ya que se sabía que el alelo morado era dominante sobre el alelo blanco.



El color morado en el grano de maíz está determinado por un alelo que domina sobre el blanco.

Pero esto no fue lo que ocurrió: se obtuvieron todas plantas con granos blancos. Cuando las plantas que producían granos morados se autofecundaban, sí había granos morados, pero al cruzarlas con la otra línea de granos blancos, siempre se obtenían blancos. Los científicos comenzaron a recopilar datos de resultados de cruzamientos inesperados y encontraron muchos otros casos similares. También se preguntaron por qué dos gemelos idénticos tienen enfermedades y personalidades distintas, si poseen el mismo ADN. Ahora sabemos que los gemelos idénticos presentan diferencias epigenéticas.

Dos hermanas gemelas que tienen la misma información genética pero fenotipos diferentes. El ambiente puede influir sobre el genotipo para determinar las características de los organismos.

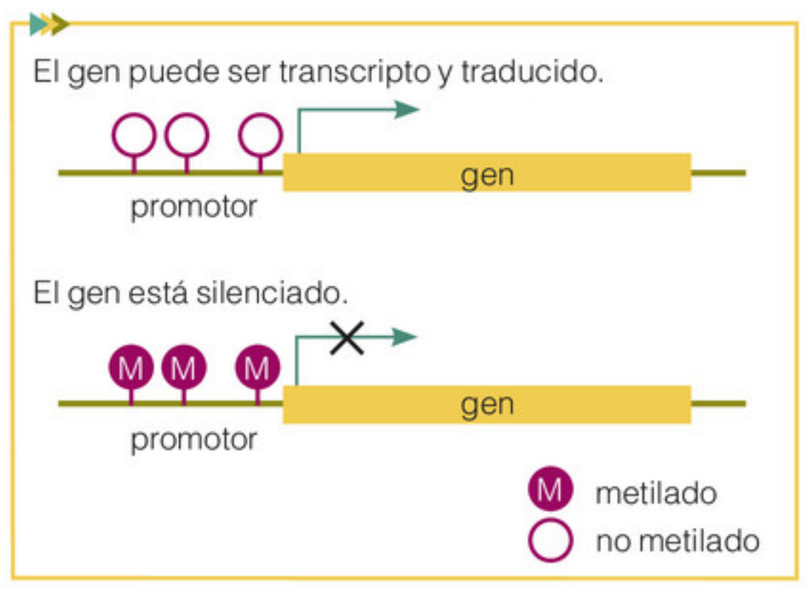
Se define entonces la **epigenética** como los cambios heredables en el fenotipo sin que haya cambios en la información o secuencia del ADN. Es decir, el orden de los nucleótidos permanece igual, no hay ninguna mutación, pero el fenotipo cambia.

Con los estudios realizados, se demostró que los genes podían silenciarse ante la presencia de **factores ambientales**. Es decir, un gen que en condiciones normales se encuentra "encendido", y transcribe y sintetiza la proteína que codifica, deja de hacerlo. El ambiente tiene gran influencia en nuestros genes, aunque sin cambiar la información. No se producen mutaciones en los genes que dejan de producir las proteínas correspondientes, sino que "se apagan". Además, estos genes apagados se heredan. Los hijos y nietos de los individuos que de alguna manera silenciaron ciertos genes, también los tendrán silenciados. A su vez, cuando estos individuos se cruzan con otros, también silencian estos genes.

Los mecanismos de silenciamiento sobre los genes ocurren por modificaciones sobre el ADN o sobre las proteínas (histonas) que acompañan a ese ADN. Esto hace que se produzca un fenotipo diferente del esperado, a partir de los alelos que porta el individuo.

Los últimos estudios revelan que estos cambios son causados por la alimentación, el estrés o algunos productos tóxicos, como la nicotina del cigarrillo. Se ha comprobado que la alimentación que se recibe en los primeros años de vida puede influir en el desarrollo de enfermedades como la diabetes. Pero también se ha descubierto que las características propias de cada uno no son solo afectadas por el estilo de vida, sino a veces también por el de nuestros padres y aun el de nuestros abuelos.

Por lo tanto, se puede afirmar que los fenotipos de los individuos no son solo el resultado de los genotipos, sino que también reciben la influencia del ambiente.



Cuando las regiones regulatorias de un gen se metilan, ese gen no será transcripto ni traducido.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Secuenciación de genomas

La secuenciación del ADN es un conjunto de métodos y técnicas bioquímicas cuya finalidad es determinar el orden de los nucleótidos (A, C, G y T) en un fragmento de ADN. **Secuenciar un genoma** es leer la información completa del ADN de ese organismo. Conocer los genes de un organismo permite entender su estructura, su función y sus mecanismos de regulación.

Las técnicas actuales permiten realizar esta secuenciación a gran velocidad, lo cual ha sido de gran importancia para proyectos a gran escala, como el **Proyecto Genoma Humano**. Este proyecto original comenzó en 1990, y en el año 2003 se presentó el genoma humano completo, con entre 25.000 y 30.000 genes identificados. Si bien se conoce toda la secuencia del ADN y de los genes humanos, ahora falta conocer las funciones de esos genes y, entre otras cuestiones, estudiar las proteínas que producen y sus funciones en el organismo. Con las nuevas tecnologías, hoy solo se demora dos meses para leer todo el genoma humano.

Saber cómo se regulan nuestros genes es útil para controlar enfermedades, por ejemplo el cáncer o las enfermedades autoinmunitarias (que ocasionan que las defensas ataquen al propio cuerpo). También permite profundizar en el conocimiento y proporcionar tratamientos para enfermedades genéticas poco comunes. En la actualidad, se está secuenciando el genoma de personas de más de 100 años. En noviembre de 2014 se publicaron los genomas de 17 de las personas más longevas del planeta (mayores de 110 años). Sin embargo, aún no se ha logrado identificar los genes asociados con la longevidad extrema.

Otros proyectos relacionados han establecido la secuencia completa de ADN de muchos genomas de animales, plantas y microorganismos. Se secuenciaron los genomas de más de 1.000 bacterias, tanto de las que tienen un efecto protector como de las que producen enfermedades. Esto permite conocer proteínas bacterianas con funciones particulares que podrían ser útiles al ser humano. Por otro lado, en las bacterias patógenas se pueden encontrar proteínas específicas que sean el blanco de medicamentos, para poder combatirlas.

Ya se conoce el genoma de muchas de las plantas que cultivamos. El estudio de sus genes permitirá aumentar su producción y combatir mejor las plagas o enfermedades que las atacan.

La comparación de los genomas de diferentes organismos permite determinar su parentesco y estudiar su evolución. Las sorprendentes semejanzas e increíbles diferencias entre los genomas de seres humanos, moscas de la fruta, gusanos, plantas y levaduras, constituyen un hallazgo científico que ayuda a comprender mejor cómo funcionan los genes.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Para conocer más

Alzogaray, R. A., *Una tumba para los Romanov (y otras historias con ADN)*, Buenos Aires, Siglo XXI, 2004.

Dotto, J., *Genética. Cómo puede cambiar nuestras vidas*, Buenos Aires, Paidós, 2014.

Vázquez, M., *La intimidad de las moléculas de la vida: de los genes a las proteínas*, colección "Ciencia joven", Buenos Aires, Eudeba, 2006.

X-Men

Personajes de la película *X-men*.

X-Men es un grupo de superhéroes del Universo Marvel, creado por Stan Lee y Jack Kirby en 1963. Sus aventuras han sido publicadas en diversos cómics de Marvel Comics y, además, se han realizado varias adaptaciones en series de animación y películas.

El tema principal de sus historias es el llamado "sueño de Xavier": la integración de los mutantes en una sociedad humana que les teme y que a la vez necesita su protección. Así, los protagonistas utilizan principalmente sus poderes para combatir a otros mutantes que se dedican al crimen o a formas de terrorismo que pretenden crear una sociedad en la que los mutantes gobiernan y los humanos son esclavos.

Hoy en día se publican, de manera simultánea, tres colecciones diferentes protagonizadas por ellos:

- *The Uncanny X-Men*
- *Astonishing X-Men*
- *X-Men*

Además de estas tres, existen muchas otras series regulares o limitadas que parten de personajes o conceptos de la serie, entre las que se destacan:

- *Wolverine* (Guepardo), protagonizada por Guepardo, el más conocido de los *X-Men*.
- *New X-Men* (antes *New Mutants* o *New X-Men: Academy-X*), protagonizada por los estudiantes adolescentes del Instituto Xavier.
- *New Excalibur*, protagonizada por un nuevo equipo de mutantes en Inglaterra.
- *Ultimate X-Men*, donde se vuelve a contar la historia de los *X-Men*, con otro enfoque y en un universo distinto, fuera de la continuidad tradicional.

Foto de tapa del cómic *X-men*.

En la pantalla del cine estuvieron: *X-Men* (2000), *X-Men 2* (2003), *X-Men: La batalla final* (2006), *X-Men los orígenes: Wolverine* (2009), *X-Men: primera generación* (2011), *Wolverine* (2013) y *X-Men: días del futuro pasado* (2014). Se esperan futuras películas como *Deadpool* (2016), *X-Men: Apocalipsis* (2016) y *Wolverine 2* (2017).

En estos cómics o películas, como en tantas otras, se recurre al ejemplo de las mutaciones como una manera de "crear" superhéroes, como una manera de crear nuevas formas y nuevos superpoderes. Pero si se analizan estas mutaciones, ¿qué gen o genes deberían mutar para producir estos niveles de cambio? Por otra parte, salvo algún caso particular, los nuevos fenotipos mutantes son tan espectaculares que cualquiera de nosotros estaría contento de poseerlos.

http://xmen.publispain.com/ (Adaptación).

Actividades

1. ¿Les parece que es posible que alguna mutación pueda hacer aparecer algún superpoder? ¿Por qué?

2. Si las mutaciones son heredables, ¿por qué los padres de los *X-Men* no tienen algún poder?

3. ¿Se podría decir que esos mutantes dejaron de ser humanos? Argumenten.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

1. Respondan las siguientes preguntas.
a. ¿Cómo están compuestas las proteínas?
b. ¿Qué funciones pueden tener las proteínas?
c. ¿Qué es una enzima?
d. ¿Qué significa que una enzima tenga función anabólica o catabólica?
e. ¿Cuál es la importancia de las enzimas en las células?
f. ¿Qué estructuras se pueden reconocer en una proteína?
g. ¿Todas las proteínas poseen estructura cuaternaria?
h. ¿Por qué se dice que las proteínas participan en la formación del fenotipo?

2. Resuelvan las siguientes consignas.
a. ¿Cómo están compuestos los ácidos nucleicos?
b. ¿Qué nucleótidos pueden formar ADN? ¿Y ARN?
c. Describan la estructura y función del ADN.
d. ¿Por qué se dice que la duplicación del ADN es semiconservativa?
e. Describan la estructura y funciones de los diferentes tipos de ARN.
f. ¿Cómo se realiza la transcripción?
g. ¿Por qué un gen se transcribe en una célula y no en otra, si el ADN es igual en todas?
h. ¿Cómo se sintetizan las proteínas? Describan el proceso con al menos tres dibujos.

3. Respondan las siguientes preguntas.
a. ¿Qué es una mutación?
b. ¿Cómo surgen las mutaciones?
c. ¿Cuál es el resultado de las mutaciones?
d. ¿Las mutaciones pueden ocurrir en cualquier célula del organismo? ¿Cuáles son las mutaciones importantes para toda una especie? ¿Por qué?
e. ¿De qué depende el beneficio o perjuicio que las mutaciones puedan otorgar a la población?

4. Expliquen qué ocurre en los siguientes tipos de mutaciones: mutación silenciosa, mutación sin sentido, mutación con cambio de sentido, mutación por adición y mutación por deleción.

5. ¿Qué mutaciones mencionadas en el punto anterior piensan que pueden producir más cambios en las proteínas?

6. Inventen una cadena de ADN de unos 33 nucleótidos de largo. Luego, realicen la transcripción y la traducción correspondientes.

7. Utilizando la cadena de ADN del punto anterior, realicen las siguientes mutaciones. Luego, analicen la proteína obtenida en cada caso.
a. Mutación silenciosa.
b. Mutación sin sentido (en el primer tercio de la cadena).

8. Enumeren y expliquen cómo actúan los distintos tipos de agentes mutagénicos.

9. ¿Qué agentes mutagénicos físicos les parece que presentan mayor peligrosidad? ¿Por qué?

10. Expliquen cómo son los mecanismos de regulación epigenéticos.

11. A partir de los siguientes ejemplos, indiquen de qué tipo de mutaciones se trata y justifiquen su respuesta.
a. El "síndrome de boca de carpa" se produce por pérdida de un sector del brazo largo del cromosoma. Se caracteriza por la forma particular de la boca de los individuos que lo padecen, y en ocasiones también produce microcefalia.
b. La anemia falciforme es una enfermedad que se produce por una alteración en la molécula de hemoglobina, que genera glóbulos rojos con forma de hoz, los cuales se atascan en los vasos sanguíneos pequeños o capilares y forman coágulos, dificultando la llegada de oxígeno a los tejidos. La anormalidad en la hemoglobina es causada por una mutación en el triplete que codifica el aminoácido 6 (cambia GAG por CTG) y se manifiesta en individuos recesivos para dicho alelo.

12. Completen las secuencias de bases nitrogenadas o aminoácidos faltantes.

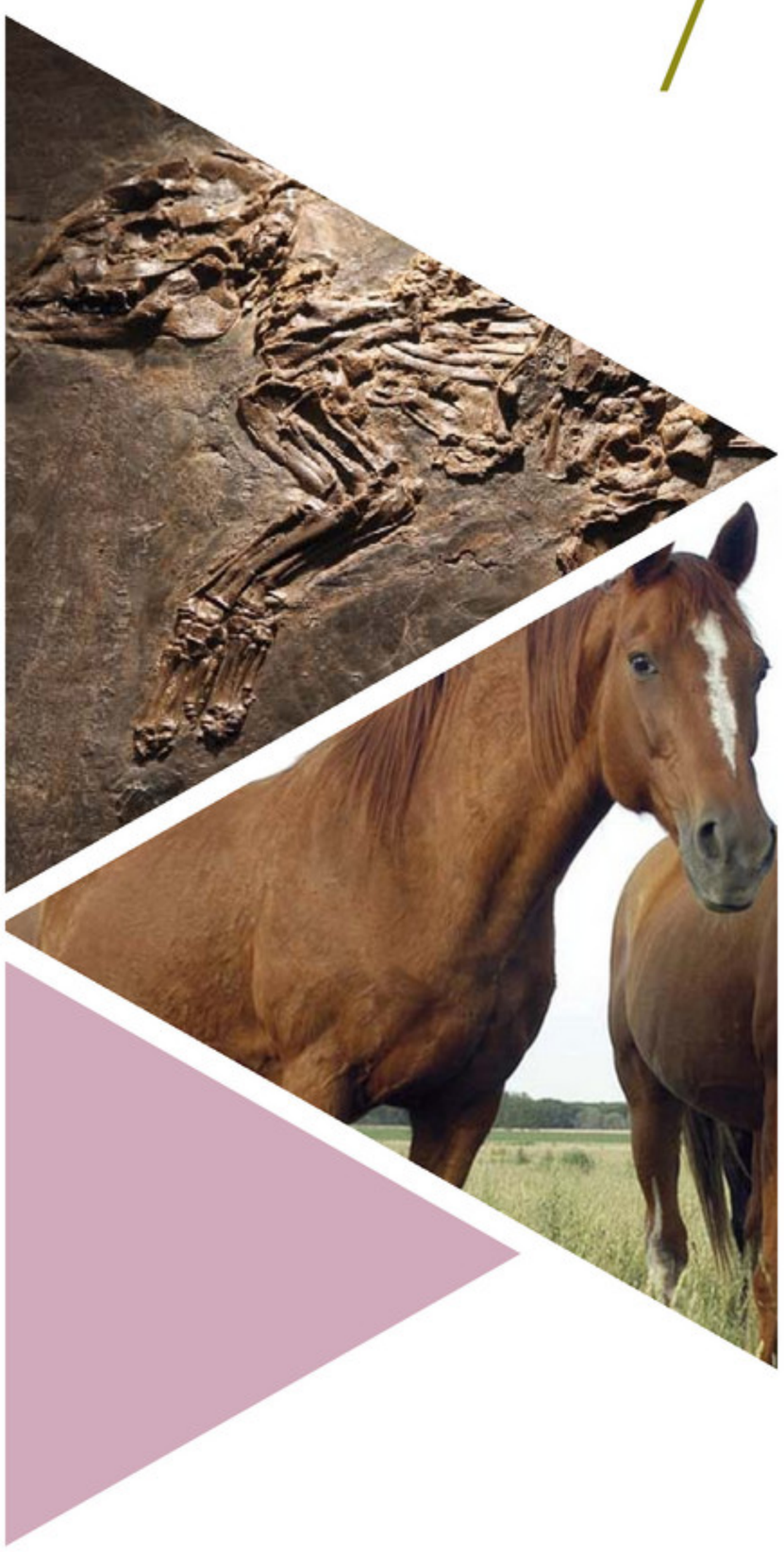
ARNt	UAC	CAG	GCA	UGG	CGU
Aminoácidos	AA_9	AA_2	AA_{13}	AA_6	AA_{15}

ADN									
ARNm									
ARNt									
Proteína	AA_6	AA_2	AA_2	AA_{15}	AA_6	AA_9	AA_{13}	AA_9	AA_6

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Evolución

7



Contenidos

> Desde el origen de la vida hasta la biodiversidad actual
> Las evidencias del proceso evolutivo
> Los fósiles como evidencias
> Macroevolución y microevolución
> Evolución en las poblaciones
> Darwin y la teoría de la evolución por selección natural
> Después de Darwin: teoría sintética de la evolución

Nacho despertó después de haber tenido un sueño extraño. Estaba en un mundo diferente. No había flores, y a su alrededor se movían sin cesar unos mamíferos del tamaño de un ratón que perseguían a una araña enorme. Agazapado entre unos matorrales, pudo distinguir a una especie de felino raro. Se parecía mucho a uno que había visto en una película. Sí, era un tigre dientes de sable. De repente, la tierra comenzó a temblar. Vio acercarse a un dinosaurio inmenso, de casi 30 metros de largo, que se desplazaba pesadamente sobre sus cuatro patas. Respiró aliviado: se trataba de una especie herbívora. Lamentó haberse despertado y recordó lo que le habían contado sobre el Argentinosaurio en su visita al Museo de Ciencias Naturales. Le quedaba tanto por aprender sobre la vida en el pasado… ¿Podría ver a esas criaturas desaparecidas solo en sueños? ¿Convivieron los seres humanos y los dinosaurios? ¿Por qué hay especies que vivieron en el pasado y hoy no están?

EN ESTE CAPÍTULO...

Se analizan los procesos que impliquen cambios evolutivos. Se estudian las evidencias que confirman la teoría de la evolución. Además, se estudian los postulados de Darwin sobre la evolución y los de otros científicos que elaboraron la teoría sintética de la evolución.

Contenido digital adicional

www.tintaf.com.ar/NBIO2C7

Los cambios a lo largo de la historia de la Tierra

La Tierra no es un lugar estable. Si se pudiera viajar en el tiempo y recorrerla desde sus orígenes hace 4.500 millones de años hasta el día de hoy, se podrían experimentar varios cambios: en el clima como resultado de erupciones volcánicas y de la caída de meteoritos, en la composición de la atmósfera, y hasta cambios en la disposición y el tamaño de los continentes. Se estima que los primeros organismos vivos aparecieron hace 3.500 millones de años, y que eran similares a las bacterias. En aquellos tiempos no había árboles, ni peces, ni insectos. Mucho después, hace 600 millones de años, aparecieron los primeros organismos ya considerados animales, muy pequeños, por cierto. Hace tan solo 250 millones de años surgieron los primeros mamíferos, junto con los dinosaurios. En aquel entonces, la Tierra tenía un único y gran continente, llamado Pangea, que se dividió en dos hace 200 millones de años. Uno de los continentes resultantes, Gondwana, quedó en el hemisferio sur y el otro, Laurasia, en el hemisferio norte. Los organismos que habitaban en Pangea quedaron distribuidos en estos dos continentes nuevos. Las grandes placas de tierra que los conformaban sufrieron cambios y desplazamientos durante millones de años. Las masas continentales que hoy forman los seis continentes tienen solo 60 millones de años de antigüedad.

A pesar de todos estos cambios, la vida en la Tierra persistió, aunque los organismos que la habitaban en los comienzos eran muy distintos de los que conocemos hoy. De aquí surgen algunas de las preguntas fundamentales de la Biología: ¿cómo se origina la biodiversidad, es decir, toda la variedad de formas de vida actuales, cuando al principio solo había bacterias? ¿Qué sucedió durante estos 3.500 millones de años? Estudiar la evolución es estudiar las respuestas a estos interrogantes. *Evolución* quiere decir "cambio". Son los cambios que se produjeron en los organismos que poblaron la Tierra y cambios en la biodiversidad. Esto incluye la desaparición de especies, como es el caso de los dinosaurios, y la aparición de especies nuevas que no estaban presentes desde el inicio de la vida, como es el caso del *Homo sapiens**. El proceso evolutivo fue el que dio origen a todos los organismos actuales a partir de un primer antepasado común, surgido sobre la Tierra hace 3.500 millones de años.

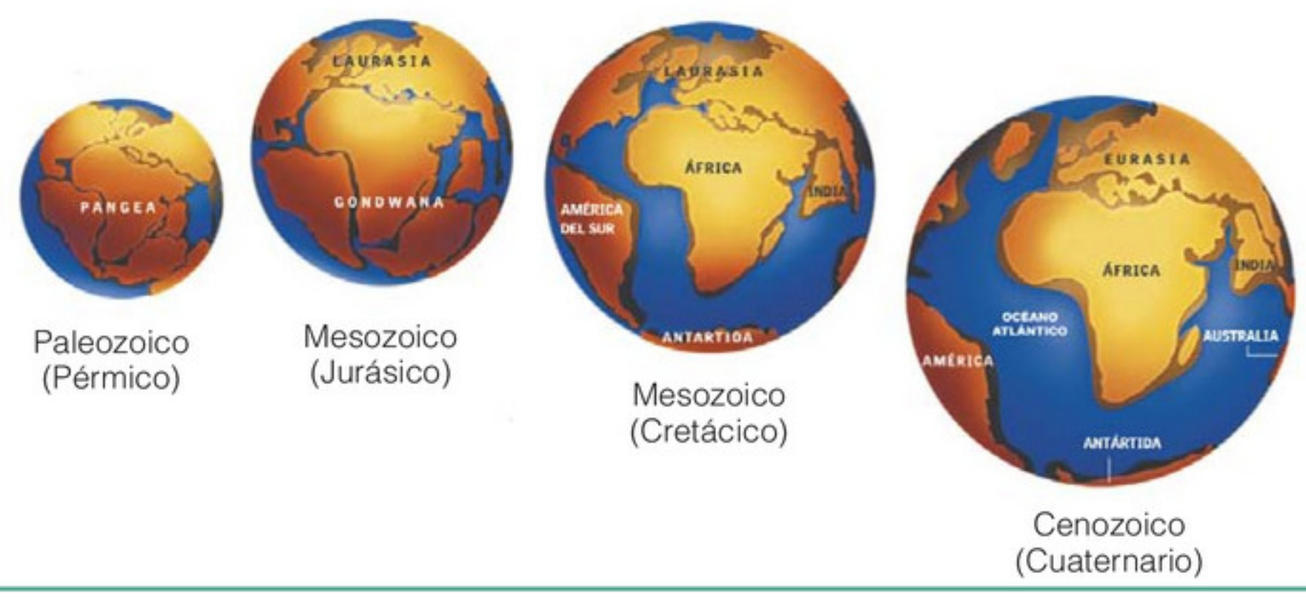
Así se trabaja en ciencias

El tiempo que incluye toda la historia de la Tierra desde su formación hasta hoy se denomina **tiempo geológico** y se expresa en millones de años. Para facilitar su estudio, los científicos dividen el tiempo geológico en intervalos denominados **eras geológicas**. Estas, a su vez, se subdividen en períodos. Por ejemplo, la era Mesozoica se extendió desde los 240 millones de años hasta los 65 millones de años atrás, e incluye tres períodos: el Triásico, el Jurásico y el Cretácico.

Glosario

***Homo sapiens*:** especie a la cual pertenece el ser humano actual.

Cambios en la configuración de los continentes



© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Cambios en la biodiversidad

La aparición de los dinosaurios y de los mamíferos hace 250 millones de años constituye un ejemplo de los cambios en la biodiversidad. Sin embargo, los dinosaurios vivieron en la Tierra algunos millones de años, para luego desaparecer definitivamente. Este evento de desaparición de especies se denomina **extinción**. La extinción de los dinosaurios no fue la única en la historia del planeta. Desde hace 450 millones de años hasta la actualidad existieron cinco grandes extinciones. Se denominan **extinciones masivas**, puesto que en cada una de ellas desapareció una gran parte de las especies vivas, aunque no todas. La primera de estas extinciones masivas ocurrió hace 440 millones de años en la era Paleozoica. Desapareció aproximadamente el 12% de las especies de la época, entre ellas, diversas familias de artrópodos, incluidos los trilobites. De las cuatro grandes extinciones que sucedieron después, la más conocida es la que ocurrió hace 65 millones de años y que marcó el fin de la era Mesozoica. Como se mencionó, los dinosaurios convivieron con diversas especies de mamíferos de pequeño tamaño, que fueron los primeros mamíferos que aparecieron en la Tierra. Cuando ocurrió la gran extinción de los dinosaurios, las especies de mamíferos que convivían con ellos lograron sobrevivir pese a los cambios en el clima y en los continentes. Hoy, 25 millones de años más tarde, aún existen muchas y variadas especies de mamíferos que surgieron en aquellos tiempos: los canguros en Australia, los pumas en la Argentina, y los elefantes en Asia y en África son sus descendientes. Este proceso de aparición de múltiples especies a partir de una o más especies originales se denomina **diversificación**. En conclusión, no solo hay especies que se extinguen con el paso del tiempo, sino que también aparecen nuevas especies a partir de otras más antiguas. En ambos casos se producen cambios y, por lo tanto, evolución.

Actividades

1. Busquen información y resuelvan las siguientes consignas.

a. ¿Por qué es tan conocida la extinción ocurrida hace 65 millones de años? ¿Cuál se cree que fue la causa? ¿Hay una única explicación posible?

b. ¿Cómo eran los trilobites y a qué grupo de animales pertenecían? ¿Había trilobites en el territorio que es hoy nuestro país?

2. Mencionen tres especies de animales extintos y realicen las siguientes actividades.

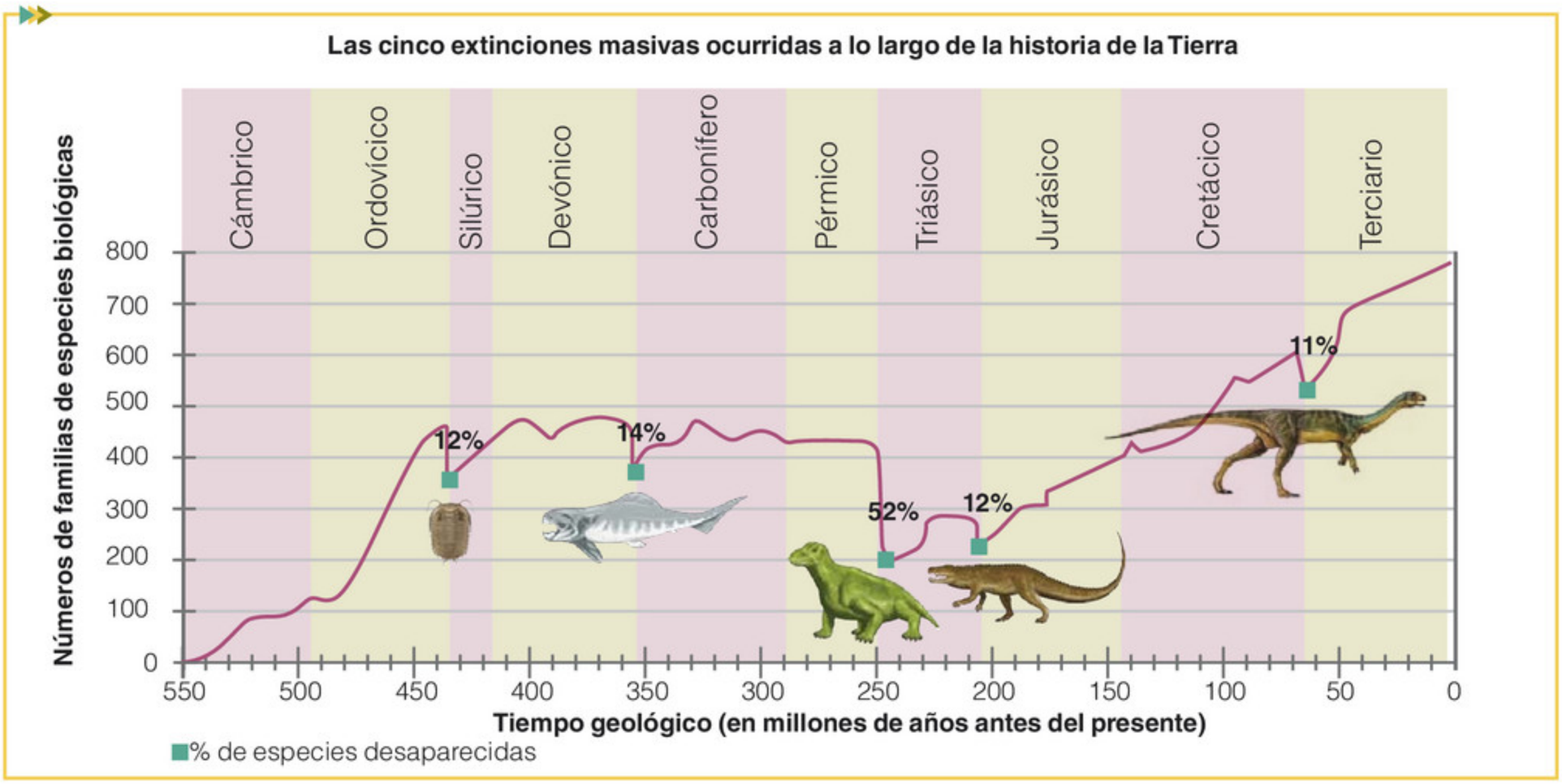
a. Armen una línea temporal y ubiquen cada especie en el momento en el cual vivió.

b. Averigüen a qué grupo pertenecía cada una de estas especies (anfibios, reptiles, mamíferos, peces o aves).

c. Indiquen cuál se considera la causa de extinción para cada especie.

d. Busquen, en cada caso, si existen especies relacionadas que vivan en la actualidad.

Las cinco extinciones masivas ocurridas a lo largo de la historia de la Tierra



© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Mamut fosilizado.

Evidencias de la evolución a partir del registro fósil

Cerca del año 1667, un obispo y científico danés llamado Niels Stensen encontró una roca que le llamó la atención mientras caminaba por las montañas. Se trataba de una roca puntiaguda con forma triangular, a las que solían llamar "lenguas de piedra". Stensen las había visto muchas veces, pero hasta ese momento no había notado su gran parecido con un diente de tiburón. Esta observación lo llevó a investigar más sobre la anatomía y características de los dientes de los tiburones, para poder establecer una comparación con la piedra hallada. No tenía duda de que se trataba de una piedra en medio de una montaña y, sin embargo, no pudo ignorar su parecido asombroso con los dientes de los tiburones, aunque estos solo vivan en los océanos. Años más tarde, luego de completar diversos estudios comparativos, Stensen publicó su conclusión en un artículo científico: aquel hallazgo era un registro de la vida en el pasado. Era un diente de tiburón fosilizado. Este fue uno de los primeros fósiles descriptos.

Un **fósil** es cualquier evidencia de la vida pasada: pueden ser restos de individuos completos (se han hallado desde insectos embebidos en ámbar* hasta un mamut siberiano), solo algunos huesos o, como en el caso de los invertebrados, solo las partes duras (el exoesqueleto o las conchas). El registro fósil también puede presentar huellas de animales, nidos con huevos y desechos. Si bien hoy en día se siguen hallando fósiles, lo cierto es que no toda la diversidad de vida del pasado se encuentra representada en el registro fósil.

Estas faltas o hiatos en el registro tienen diferentes causas. Por un lado, no se han descubierto todos los fósiles enterrados y, por otro, no todos los organismos se hallaban en condiciones propicias para el **proceso de fosilización**.

Glosario

ámbar: piedra de resina vegetal fosilizada, de color amarillo. En muchos trozos de ámbar se han hallado insectos completos, preservados en su interior.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Tipos de fósiles

Impregnación o relleno de partes porosas por un mineral

Es uno de los tipos de fosilización más común en dinosaurios. Con el tiempo, los cuerpos de los dinosaurios muertos fueron cubiertos por sedimentos. Mientras las partes blandas se descompusieron, los poros de los huesos se rellenaron con algunos minerales de los sedimentos.

Icnitas

Son rastros de actividad de algún organismo. Por ejemplo, huellas de algún dinosaurio, nidos con huevos, túneles de gusanos, coprolitos o materia fecal fosilizada y gastrolitos, piedras que permanecieron en el estómago de algún animal, pulidas por sus jugos gástricos.

Sustitución de un mineral por otro

A medida que se desintegran los minerales que constituyen las partes duras del organismo, son reemplazados por otros materiales, por ejemplo, algún mineral presente en el sedimento que cubre los restos. Este proceso ocurrió con los troncos petrificados que se encuentran en la provincia de Santa Cruz.

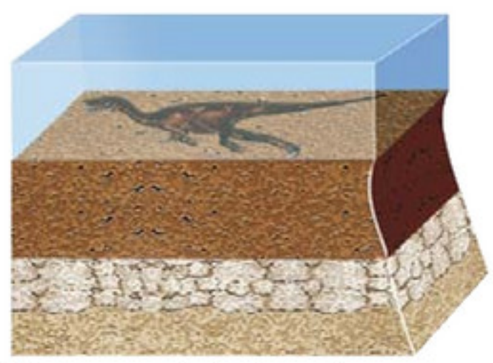
Para que se complete el proceso de fosilización y que los restos queden preservados, deben darse varias condiciones. En primer lugar, los organismos, al morir, deben quedar cubiertos enseguida por sedimentos*. Estos actúan como protección ante otros organismos que podrían afectarlos y ante condiciones climáticas adversas. Después, por la presión del enterramiento, el sedimento blando comienza a comprimirse y se adicionan más capas de sedimento superficial, lo que profundiza el enterramiento. La presión, junto con los minerales que componen el suelo, promueve una sustitución de los tejidos del organismo por compuestos minerales. Esto ocurre por el ingreso de líquidos con minerales que se hallan en la solución del suelo hacia el interior de los poros de los huesos o rellenando las cavidades, para dar origen a un fósil denominado **molde**. Luego de miles de años, lo que fue un organismo vivo se habrá transformado en roca y estará completamente fosilizado.

Glosario

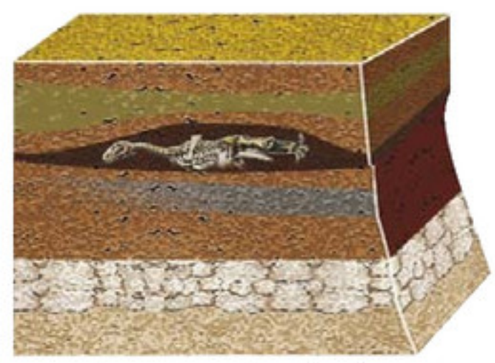
sedimento: material sólido que es transportado por el agua o el viento y que se deposita sobre una superficie.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

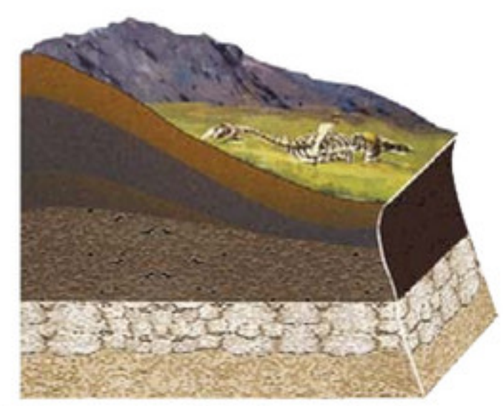
Proceso de fosilización



Bajo la superficie de un lago, un dinosaurio muerto está a salvo de los grandes carroñeros. Su carne se pudre o la comen los peces, pero el esqueleto queda intacto.



Capas de arena cubren los huesos y no dejan que el agua los afecte. Los huesos son reemplazados gradualmente por minerales más duros que las rocas que los rodean.



Millones de años después, los movimientos de la corteza terrestre suben el esqueleto fosilizado hasta cerca de la superficie, donde finalmente la erosión lo hace aparecer.

Gran parte de la información que se obtiene de los fósiles es por su ubicación en los **estratos** del suelo. Los estratos son capas, en general dispuestas en sentido horizontal, en las que se dividen los sedimentos que se fueron compactando a lo largo del tiempo. Los fósiles más antiguos se hallan enterrados en los estratos más profundos. Los nuevos sedimentos se fueron depositando en las capas superiores a lo largo de millones de años: los estratos más superficiales son los más modernos. Al estudiar la edad de los estratos en los que se hallaron los distintos fósiles, es posible deducir sus edades y determinar en qué momento vivieron esos organismos. Esta información, junto con el uso de técnicas moleculares modernas, permite determinar con relativa precisión la edad de los fósiles y reconstruir los cambios en la biodiversidad ocurridos a lo largo de la historia. El cambio en las faunas y la reconstrucción de la historia de la vida desde los primeros organismos hasta los organismos más modernos son posibles gracias al estudio del registro fósil. El estudio y registro de los fósiles es central para los estudios evolutivos en gran escala. La escala que se refiere a la historia de la vida de manera global se denomina **macroevolución**.

Actividades

1. ¿Qué tipo de fósiles conocen?
2. ¿Dónde se guardan esos fósiles, una vez extraídos de la roca?

Relaciones de parentesco

Glosario

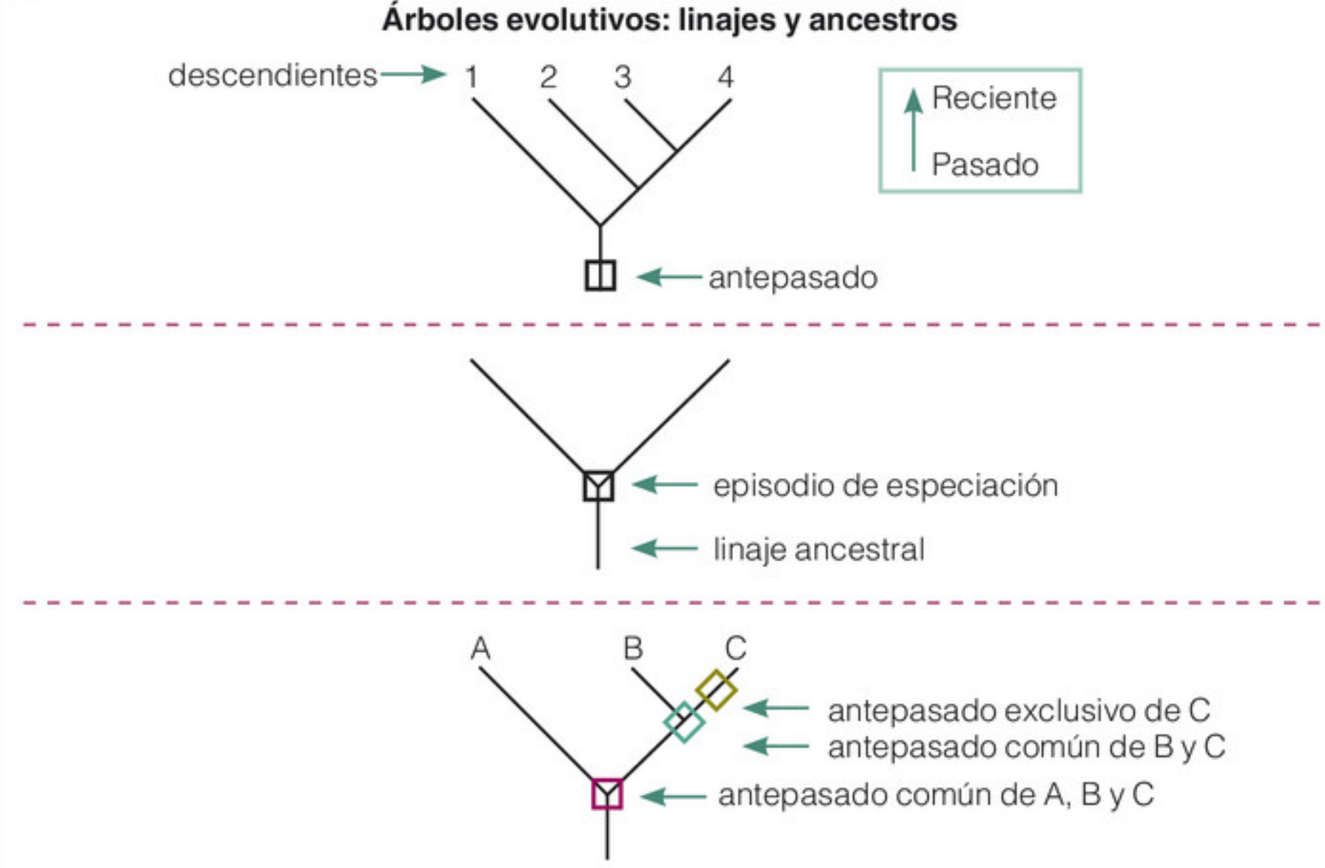
ovíparos: que nacen de un huevo.

vivíparos: organismos que se desarrollan en el vientre de la hembra, que da a luz a crías bien desarrolladas.

Los mamíferos comparten la capacidad de amamantar a sus crías y la presencia de pelos. Sin embargo, algunos son ovíparos*, como el equidna, y otros son vivíparos, como el canguro y la ballena.

Con el paso del tiempo, las especies cambian, evolucionan y se dividen para dar origen a nuevas especies por el proceso de diversificación. Estas especies nuevas heredan algunas de las características que tenían sus antepasados. Por ejemplo, todos los mamíferos que surgieron de la evolución de esos primeros mamíferos pequeños tenían dos características distintivas: el pelo y la capacidad de amamantar a sus crías. Estas características son exclusivas de los mamíferos y todos ellos las comparten, desde los primeros ancestros hasta los actuales. Los hallazgos fósiles que indiquen presencia de pelos o capacidad de amamantar ubican al organismo hallado dentro del grupo de los mamíferos. Sin embargo, incluso dentro de este grupo, hay algunos más parecidos entre sí que otros. Los ornitorrincos son, junto con los equidnas, los únicos mamíferos que ponen huevos para dejar descendencia. Por eso se considera que son más cercanos entre sí, que están más emparentados que con otros mamíferos (por ejemplo, con los marsupiales, como los canguros, que son vivíparos* y tienen una bolsa o marsupio donde transportan a las crías). Esto significa que, al describir y comparar a los organismos fósiles según sus diferencias o similitudes anatómicas y su ubicación histórica, es posible armar el rompecabezas de las relaciones de parentesco. Esto permite volcar toda la información en los llamados **árboles evolutivos**, que representan las relaciones de parentesco que unen a todos los seres vivos de la Tierra. En estos árboles, las raíces representan a los antepasados, también llamados **ancestros**. Estos son los "abuelos" o los "tatarabuelos" evolutivos de los descendientes, que son los que aparecen en las ramas del árbol. Para avanzar en el tiempo, para ir desde lo más antiguo hasta lo más moderno, hay que moverse desde las raíces hacia las ramas. Las líneas por donde se avanza representan un **linaje**, que es la secuencia de ancestros y descendientes. Cada linaje que aparece en un árbol tiene antepasados únicos. Por otra parte, cada linaje también tiene otros antepasados que son compartidos con otros linajes. En este último caso, se los denomina **antepasados comunes**.

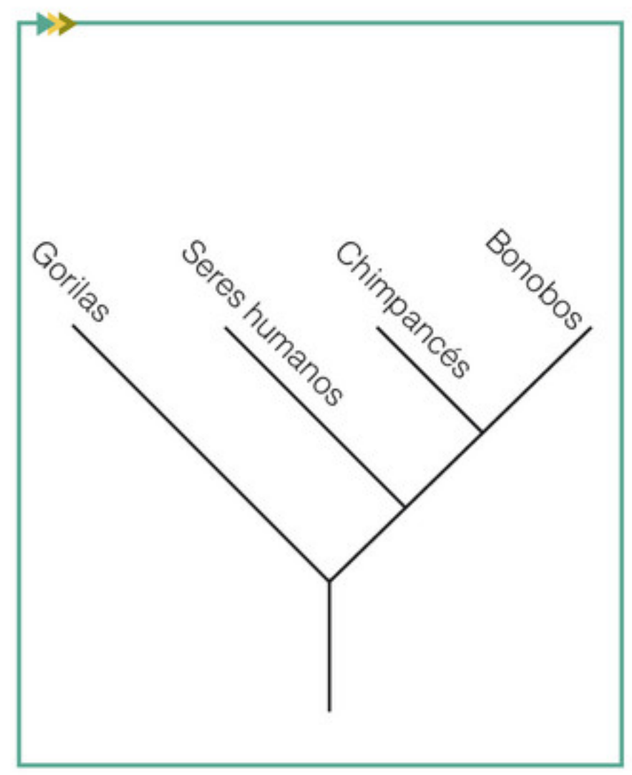
Árboles evolutivos: linajes y ancestros



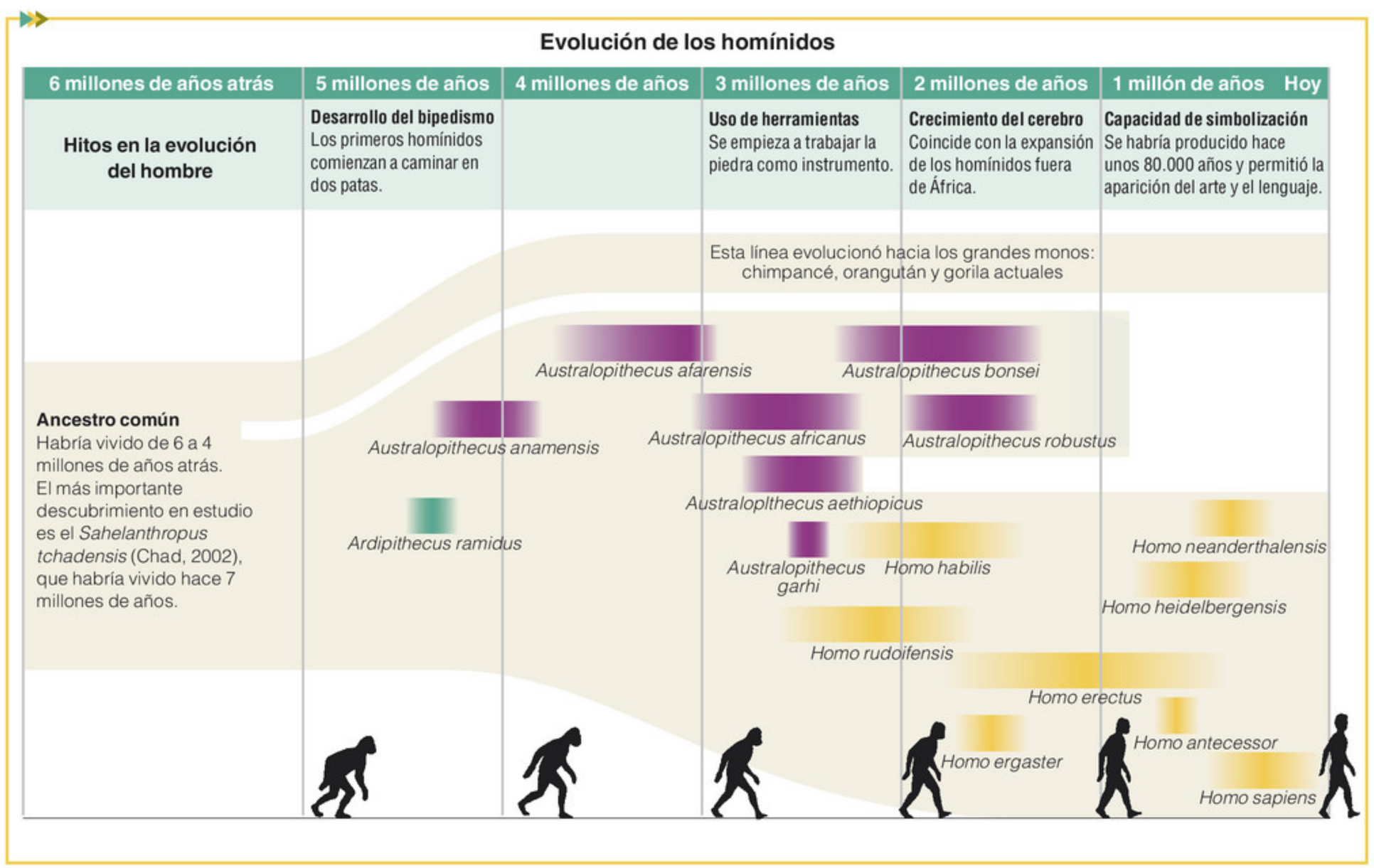
© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Un ejemplo de estas relaciones de parentesco puede verse en la evolución humana. Hace tan solo unos años, se halló en Etiopía el resto más antiguo que se conoce del género *Homo*. Se trata de una mandíbula con dientes fosilizada de 2,8 millones de años. Esto definió el momento en el que apareció el ser humano moderno. Mientras no se encuentren restos fósiles de *Homo* más antiguos, esta será la fecha estimada de la aparición del ser humano moderno sobre la Tierra. Sin embargo, el ser humano actual no fue el primer ser humano sobre la Tierra. Es decir que el *Homo sapiens* posee ancestros que pertenecían a otras especies de seres humanos más antiguas (por ejemplo, los del género *Ardipithecus* y los *Australopithecus*). La evolución de una de esas especies ancestrales fue la que dio origen al *Homo sapiens*. La comparación de los restos fosilizados hallados de todos estos seres humanos fue lo que permitió reconstruir nuestra historia evolutiva.

Si se retrocede más aún en el tiempo, se llega hasta los ancestros de todos los seres humanos, incluido al más antiguo de ellos (*Ardipithecus kadabba*). Estos ancestros son mamíferos del grupo de los grandes simios (chimpancé, gorila y orangután). El ser humano antiguo evolucionó a partir de un antepasado común que comparte con los chimpancés. La evolución del ser humano antiguo dio origen al *Homo*, y la evolución dentro del género *Homo* (*Homo habilis, Homo erectus*, entre otras especies) dio origen, hace 190 mil años, al *Homo sapiens*. Ese antepasado común, hoy desaparecido, no era ser humano ni chimpancé. Por ese motivo, hoy en día se considera que los seres humanos y los chimpancés son primos evolutivos.



Evolución del ser humano y de los simios.



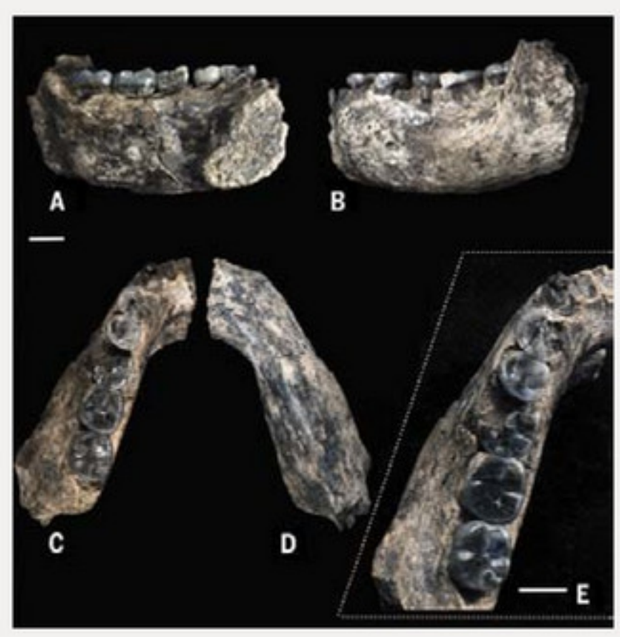
© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Encontraron los restos del antepasado más antiguo del hombre

En 2013, un estudiante etíope de un posgrado de la Universidad de Arizona encontró el fragmento de una mandíbula con dientes de 2,8 millones de años de antigüedad, mientras trabajaba con el equipo liderado por Kaye Reed, de la Universidad de Arizona, y Brian Villmoare, de la Universidad de Nevada, en una zona de rastreo llamada Ledi-Geraru, en la región Afar de Etiopía. Se cree que es el fósil más antiguo del género *Homo* encontrado hasta ahora. El trabajo, publicado en la revista *Science*, menciona que su hallazgo retrocede 400.000 años el reloj de nuestra especie, es decir, nos "envejece" a los humanos casi medio millón de años. "Este fósil es un excelente ejemplo de una transición de especies en un período clave de la evolución humana", explicaron los paleontólogos que estudiaron el hueso hallado.

El maxilar fue encontrado en un sitio cercano a donde fue desenterrado el esqueleto de Lucy, uno de los fósiles más antiguos de los ancestros directos de los humanos. "La época de la que data la mandíbula inferior reduce la brecha en la evolución entre el Australopiteco –la célebre Lucy, que data de hace 3,2 millones de años– y las primeras especies del tipo *Homo*, como el *erectus* o el *habilis*", comentaron los especialistas.

El fósil encontrado es de la parte izquierda del maxilar inferior de un adulto. Combina rasgos ancestrales, como una forma de mentón primitivo, con algunas características halladas en fósiles *Homo* posteriores, como los dientes más delgados que los molares en forma de bulbo de Lucy.



Restos de la mandíbula de *Homo* hallada en 2013.

"Los fósiles de la línea *Homo* de más de dos millones de años de antigüedad son muy raros, y el hecho de tener un esclarecimiento sobre las primeras fases de la evolución de nuestra línea es particularmente emocionante", dijo Brian Villmoare, autor principal del artículo.

Fuente: Associated Press y Agence France-Presse. Diario *Clarín*, 5/03/2015 (Adaptación).

Actividades

1. Investiguen en libros y en Internet, y respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Qué diferencia hay entre un arqueólogo y un paleontólogo?

b. ¿Por qué se dice que Lucy es célebre?

c. Busquen imágenes de Lucy.

2. Ubiquen, en el árbol evolutivo del ser humano en la página anterior, en qué momento vivió la especie a la que pertenece Lucy en relación con las especies *Homo erectus* y *Homo habilis*.

3. Busquen en el artículo qué características o rasgos se usan para comparar la mandíbula hallada con Lucy y con el *Homo* más moderno.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Evidencias de la evolución: casos emblemáticos

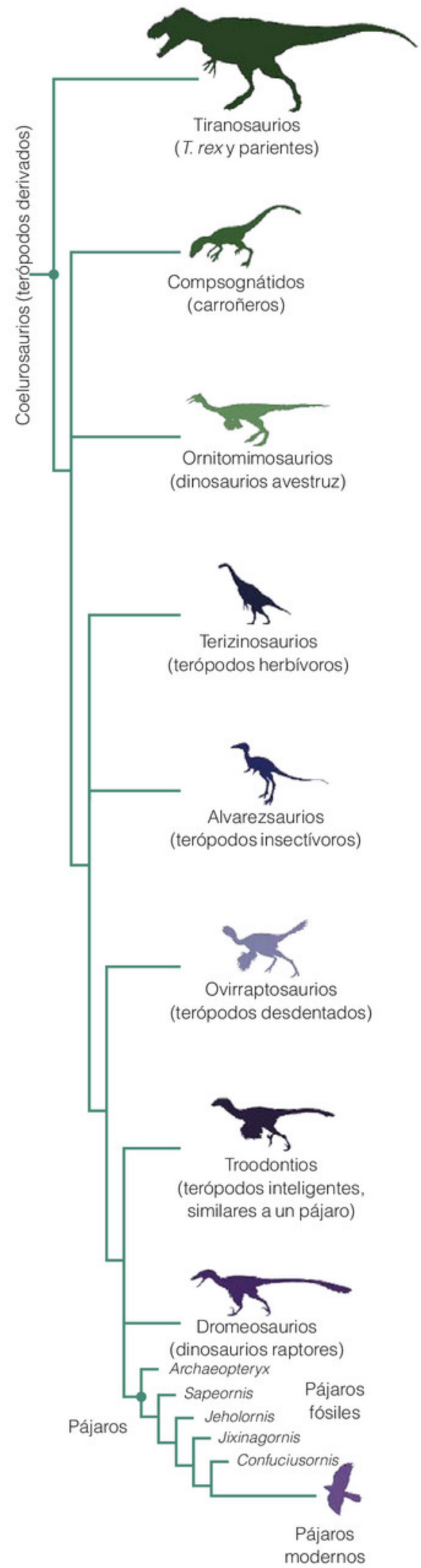
¿Cómo es posible comprobar la evolución, si nadie vivió lo suficiente como para ver los cambios en los organismos que se vienen sucediendo desde hace 3.500 millones de años? El tiempo que requieren muchos cambios evolutivos es tan prolongado que no es posible verlos mientras suceden. Este hecho no implica que no se puedan reconstruir esos cambios. Para eso se utiliza la información de los fósiles. La única manera de saber cómo eran la Tierra y los organismos en el pasado es mirar los restos que quedaron "guardados" en la roca desde aquellos tiempos. Los ejemplos contenidos en el registro fósil sobre los cambios ocurridos en los organismos son evidencias de que la evolución existe, de que es un hecho y no solo una teoría. A continuación se mencionarán algunas de estas evidencias.

Archaeopteryx, entre los dinosaurios y las aves

En 1861, entre las rocas de una cantera en Alemania, un grupo de trabajadores encontró una roca muy diferente por su color y su textura. Parecían huesos de un animal del tamaño de una paloma grande transformados en piedra. Ese fue el primer ejemplar hallado de *Archaeopteryx*. Las características de este animal hicieron que se lo confundiera con un pequeño dinosaurio carnívoro: tenía mandíbulas con dientes, huesos huecos y cintura de buen corredor. Sin embargo, al realizar un análisis exhaustivo del fósil, se encontraron marcas de plumas. Esta característica confundió a los paleontólogos, puesto que los únicos animales conocidos que poseen plumas son las aves. *Archaeopteryx* tenía características similares a las de los dinosaurios carnívoros, pero también tenía características propias de las aves. Era la primera vez que los científicos se encontraban con un fósil del cual no sabían si pertenecía al grupo de las aves o al de los dinosaurios. Quizás era ambas cosas. Esta es la conclusión a la que llegaron los expertos y, por eso, se considera a *Archaeopteryx* como la primera ave. Hallazgos posteriores de fósiles permitieron reconstruir la evolución de las aves, desde las más antiguas hasta las actuales. El origen se establece a partir de un grupo de dinosaurios carnívoros denominados **raptores** (grupo al que pertenecen los velocirraptores), que son los antepasados del *Archaeopteryx*. En la actualidad, se acepta que las aves son los descendientes vivos más directos de los dinosaurios.

Reconstrucción de un ejemplar de *Archaeopteryx*.

Árbol evolutivo de dinosaurios raptores y aves



© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

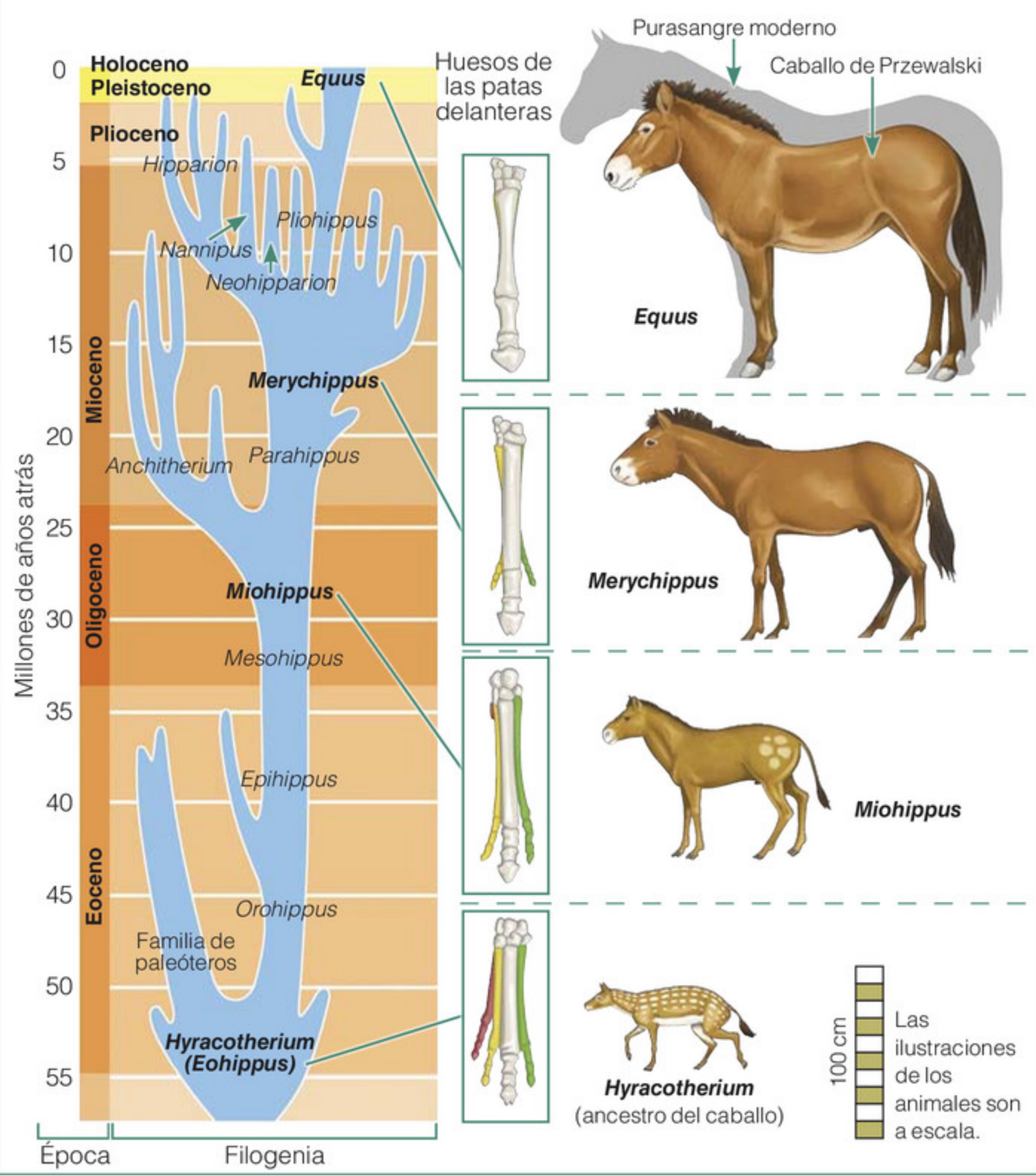
Reconstrucción de un linaje a partir de fósiles

Los paleontólogos han hallado diversos ejemplares de fósiles relacionados con los caballos. El fósil más antiguo que se conoce hasta hoy es el de *Hyracotherium* (también llamado *Eohippus*). Se trataba de un animal de tamaño similar al de un perro de caza y vivió hace 55 millones de años. Poseía tres dedos en sus patas delanteras y cuatro en las patas traseras. Todos los dedos terminaban en pezuñas. Avanzando en el tiempo, entre los 33 y los 5 millones de años atrás, vivieron otras especies relacionadas con los caballos, pero que tenían características intermedias entre *Eohippus* y *Equus,* que es el caballo moderno, el actual. *Equus* es diferente a sus antepasados: solo tiene un dedo con pezuña (llamado *casco*) en cada pata. Al recorrer la historia de los caballos, desde los más antiguos hasta *Equus*, se puede observar que los primeros tenían más dedos en comparación con los más modernos. Esta característica, entre otras, permitió reconstruir el cambio en los hábitos de los caballos, asociados con los cambios en los sitios en los que vivían y el tipo de alimento que consumían. No todos los caballos que existieron en el pasado dejaron descendientes. Hubo otras especies de caballos que se extinguieron y quedaron como ramas truncas del árbol evolutivo.

Apuntes breves

En los márgenes del libro de estudio pueden anotar información o nuevos ejemplos que el docente agregue a la explicación.

Árbol evolutivo del linaje de los caballos



Actividades

1. Observen el árbol evolutivo de los caballos y resuelvan las consignas.

a. Mencionen al menos dos especímenes extintos.

b. Marquen al menos dos diversificaciones. ¿Cuándo ocurrió cada una de ellas?

2. Busquen más información sobre los caballos fósiles y respondan.

a. ¿Qué otra estructura anatómica, además del número de dedos en las patas, se usó para comparar las distintas especies extintas de caballos?

b. ¿Qué información lograron reconstruir los paleontólogos, sobre la base de las características estudiadas?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Evidencias evolutivas desde la biología molecular

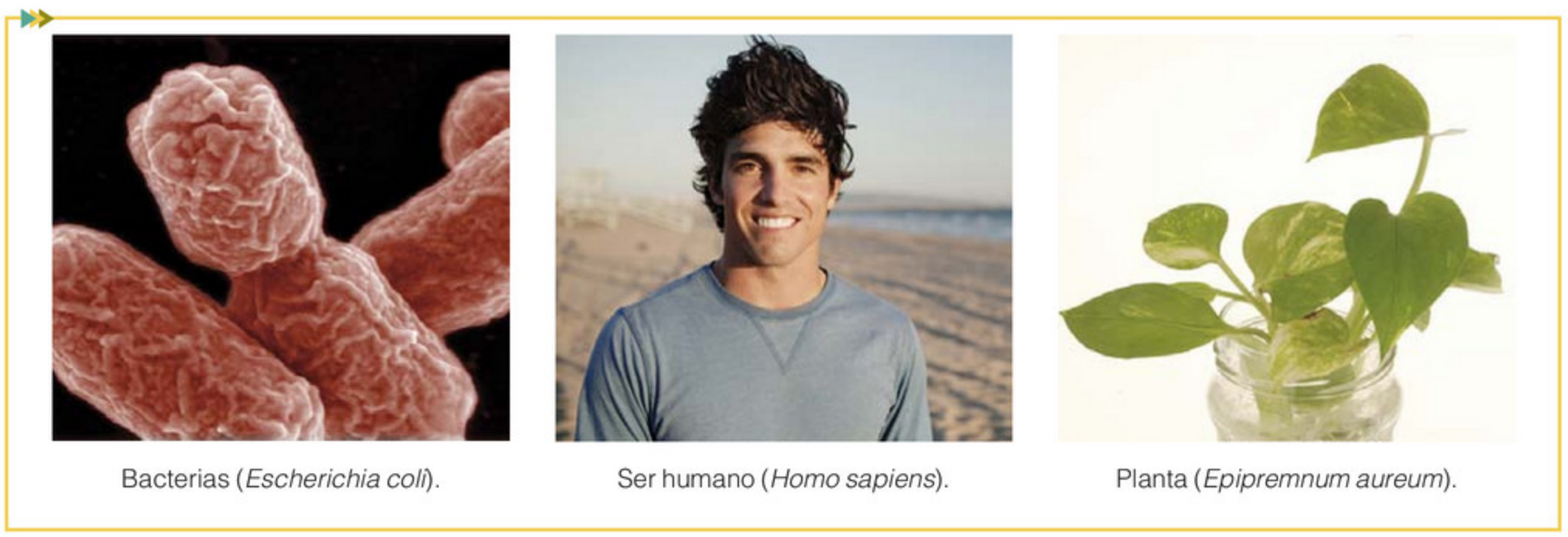
El hallazgo de restos fósiles ha provisto de gran cantidad de información que permitió conocer la historia evolutiva de los organismos. Sin embargo, otras disciplinas, como la biología molecular o la anatomía comparada, también aportaron evidencias sobre el proceso evolutivo. Hubo descubrimientos clave, para la ciencia y para el estudio de la evolución, sobre cómo se transmite la información entre padres e hijos (leyes de la herencia), sobre cómo la información contenida en el ADN define a todos y cada uno de los seres vivos, y sobre la relación existente entre los genes y las proteínas y enzimas necesarias para la vida. Las diferencias y similitudes que se observan en el ADN o en las proteínas también hablan de la relación que existe entre los organismos. Son características que permiten realizar comparaciones y establecer relaciones de parentesco. Las nuevas tecnologías permiten, cada vez con mayor frecuencia, usar la información en este nivel para realizar comparaciones entre organismos vivos y fósiles. A continuación se mencionarán algunas de las evidencias evolutivas más claras derivadas de estudios moleculares.

La primera de estas evidencias tiene que ver con que los organismos comparten el mismo **material genético**: el ADN. Esto conecta a todos los organismos entre sí y como descendientes de un ancestro común, cuyo material genético también estaba compuesto por ADN. Aun cuando existe variabilidad en las secuencias entre los diferentes organismos, la información se expresa siempre en el mismo lenguaje: los mismos nucleótidos formados por las mismas bases nitrogenadas.

Una segunda evidencia molecular está en la **universalidad del código genético**. El código genético es el conjunto de reglas, comunes a todos los seres vivos, que determina la traducción de una secuencia de ARN a una secuencia de aminoácidos que forma la proteína. Este código es idéntico para todos los organismos conocidos. Las mismas secuencias de nucleótidos del ARN codifican para las mismas secuencias de aminoácidos de las proteínas, sea cual fuere el organismo en estudio. Una vez más, esta evidencia apunta a una característica compartida entre todos los organismos vivos, que fue heredada desde esos primeros seres vivos y que dio origen a todos los organismos actuales.

Curiosidades

El ser humano posee en los genes contenidos en el ADN mucha información en común con otros mamíferos, pero también con diversos tipos de organismos. Por ejemplo, el humano y el ratón tienen en común el 99% de sus genes. Esto significa que hay un 1% (esto equivale a 300 genes) de los genes del ratón y el hombre que son diferentes y propios de cada una de estas dos especies. El humano y el gato poseen una similitud del 90% de sus genes y hay un 50% de genes que son comunes entre las moscas de la fruta y el hombre. Si comparamos el conjunto de los genes de los humanos con el de las plantas se encuentra un 20% de similitud y entre los humanos y las levaduras se reduce al 12%, valor que equivale a 3.000 genes comunes.



Bacterias (*Escherichia coli*). Ser humano (*Homo sapiens*). Planta (*Epipremnum aureum*).

Las bacterias, los seres humanos y las plantas, como todos los seres vivos, comparten el mismo material genético.

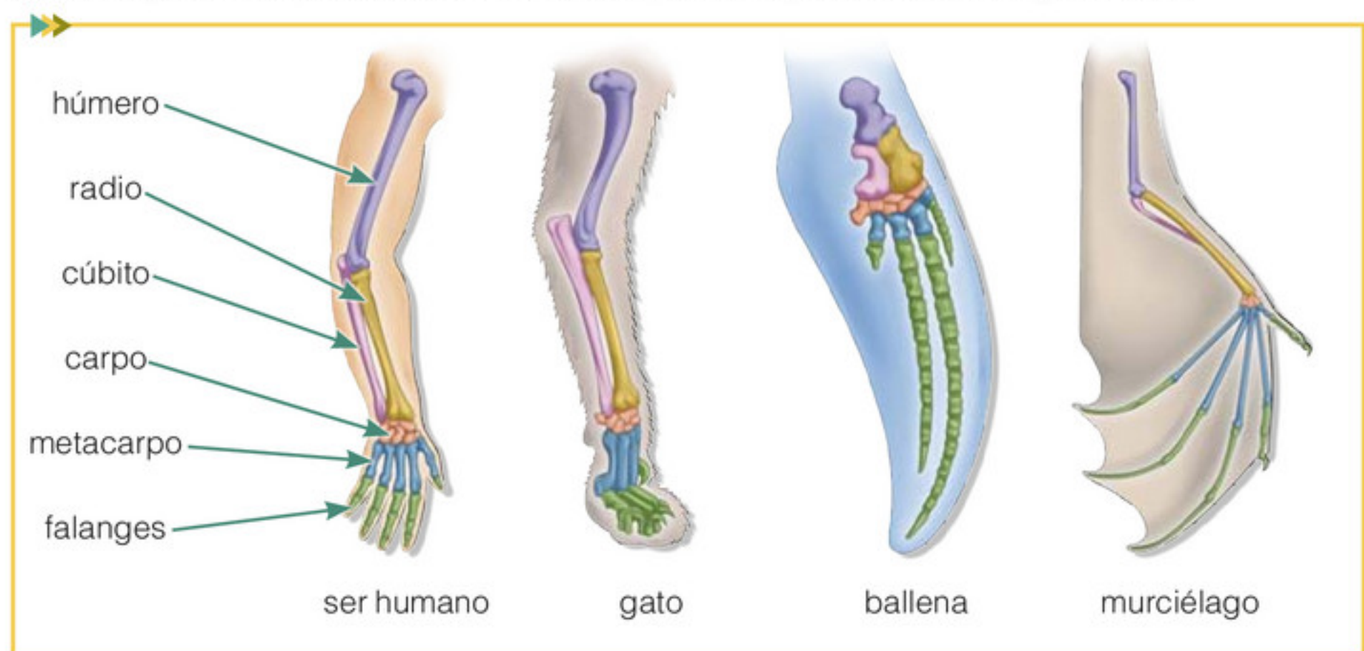
© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Evidencias evolutivas desde la anatomía

Se puede describir un pájaro con solo observarlo (su cuerpo cubierto de plumas, las patas con garras) o mirarlo por dentro y ver qué órganos tiene, y la disposición y el tamaño de los huesos. De la misma manera, podríamos describir una rana o una serpiente. Al comparar la información obtenida, se pueden establecer diferencias y similitudes para así determinar grados de parentesco. Esta es la base de la **anatomía comparada**. Esta rama de la ciencia también recoge evidencias sobre la evolución, ya que permite establecer relaciones entre los organismos. Cuantas más semejanzas presentan dos especies, más cercanas son entre sí y, en consecuencia, están más emparentadas. Cuando un rasgo anatómico presente en varios organismos, por ejemplo las patas, aparece también en el antepasado compartido por todos esos organismos, recibe el nombre de **estructura homóloga**. Todos los mamíferos tienen patas, al igual que cualquier animal tetrápodo*, como también las tiene el antepasado de todos ellos, *Eusthenopteron*. Sin embargo, es importante remarcar que una estructura homóloga puede tener diferentes funciones en los distintos organismos que la poseen. Las patas del ser humano, la ballena y el murciélago están compuestas por los mismos huesos en las mismas posiciones (el húmero, el cúbito y el radio en los miembros superiores en el ser humano, llamados *miembros anteriores* en los otros animales). Sin embargo, la función de las patas es diferente para cada una de estas especies. La mano del ser humano posee una función de agarre, las alas de los murciélagos permiten el vuelo y las aletas de la ballena posibilitan el desplazamiento en el agua. La presencia de la misma estructura en el ancestro y en toda la diversidad que de este deriva la convierte en una estructura homóloga, cualquiera sea la función que cumpla en cada organismo.

Glosario

tetrápodo: animal vertebrado con cuatro extremidades. Incluye anfibios, reptiles, mamíferos y aves.



Las patas de los mamíferos son un ejemplo de estructura homóloga.

Actividades

1. Busquen información en enciclopedias o Internet a cerca de otras evidencias evolutivas de tipo anatómicas. Luego, respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Qué son los órganos vestigiales? Escriban dos ejemplos.

b. ¿Qué son las estructuras análogas? Comparen estas estructuras con las homólogas descriptas en el texto. Escriban dos ejemplos de estructuras análogas.

La evidencia de evolución que implica la existencia de estructuras homólogas no es un descubrimiento actual. Charles Darwin las menciona en su obra *El origen de las especies* y las consideraba indicadores claros de las relaciones de familiaridad entre las especies. A propósito de esto, Darwin escribió: "Qué sería más curioso que el hecho de que la mano del hombre, formada para agarrar, la de un topo para cavar, la pata de un caballo, la aleta de una marsopa y el ala de un murciélago estuvieran construidas según el mismo modelo y tengan los mismos huesos en la misma posición relativa".

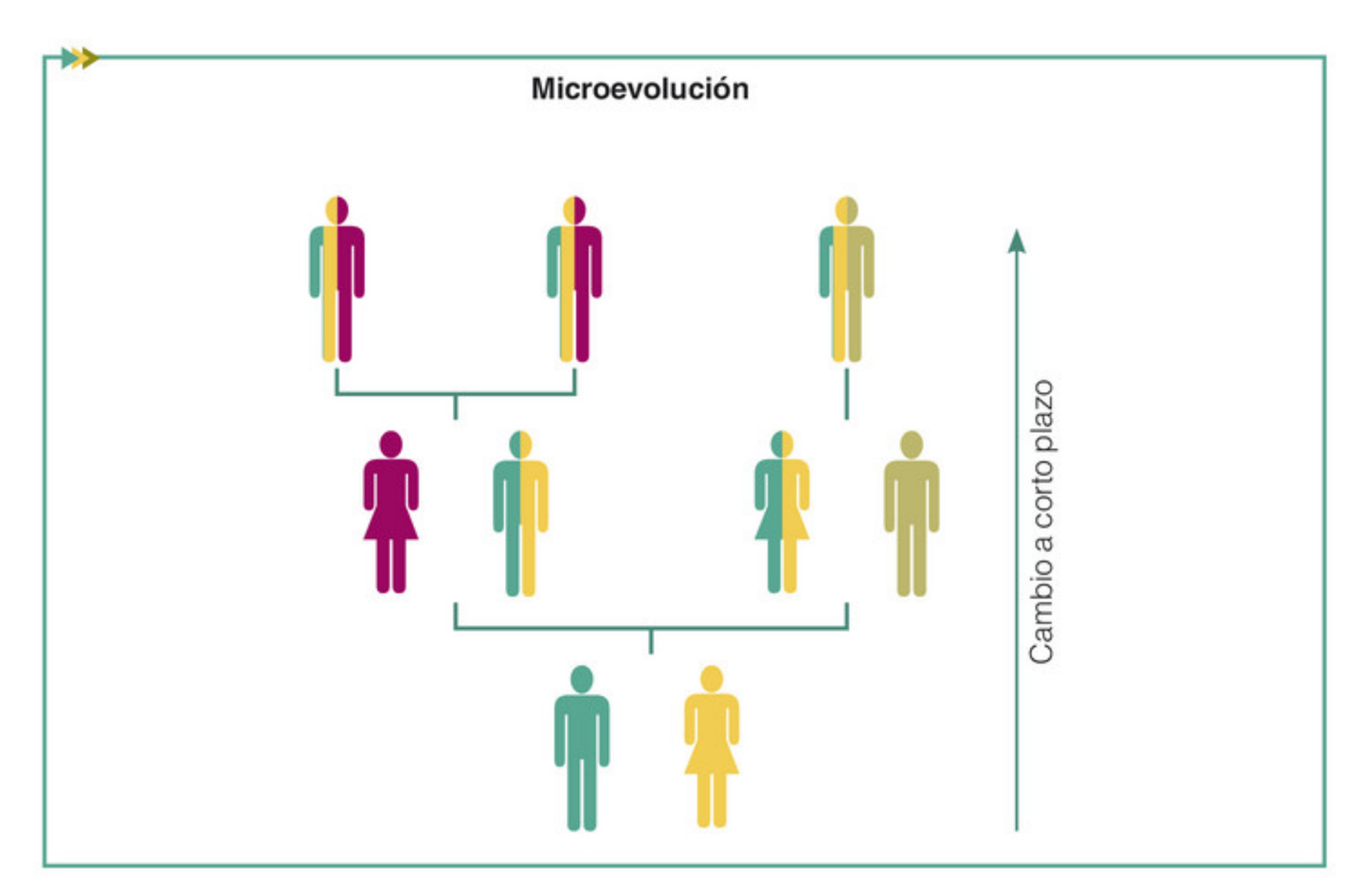
© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Microevolución

No existen dos personas iguales: ni primos, ni hermanos, ni siquiera padres e hijos. Los hijos reciben genes con la información combinada de su padre y de su madre. Por eso, cada hijo es único y diferente: el azar define qué información hereda de su padre y qué información hereda de su madre. Los genes que heredan es lo que determina la variabilidad entre las personas, incluso entre padres e hijos y entre hermanos.

La **información genética** que está contenida en el genotipo de un individuo difiere entre individuos e incluso puede verse al comparar su fenotipo. Las diferencias pueden ser anatómicas, de comportamiento o, incluso, de funcionamiento. Algunas pueden observarse a simple vista, como el color, y otras son microscópicas, como por ejemplo, diferencias en las enzimas.

Esta variabilidad se acumula con cada generación, de manera que los hijos no solo son diferentes de sus padres, sino que son más diferentes aun de sus abuelos. Estos cambios de generación en generación, dentro de la historia de una familia o de una población, también son cambios evolutivos. Las poblaciones, consideradas como grupos de individuos de una misma especie, pueden experimentar cambios evolutivos. A la evolución que afecta a las poblaciones se la denomina **microevolución**.



Para que ocurra un proceso de microevolución, el tiempo es un requisito imprescindible, pero no suficiente. Cuando se dice que la evolución es cambio, se refiere a cambios de una generación a otra. Es importante distinguir estos cambios de los que ocurren durante el desarrollo de los organismos o con el paso de las estaciones del año a lo largo de la vida de los organismos. Por ejemplo: la metamorfosis es el cambio que presentan muchos animales mientras crecen y se desarrollan, la pérdida de hojas durante el otoño es un cambio estacional para muchas especies de árboles. Estos cambios no son evolutivos, dado que ocurren durante la vida de los individuos y no con el paso de las generaciones.

Curiosidades

Los mlabri conforman una comunidad de alrededor de 300 personas que habitan las selvas del norte de Tailandia.
Los testimonios de tribus vecinas afirman que esta población fue originada por un niño y una niña abandonados por una comunidad nómada.
Las pruebas genéticas efectuadas recientemente mostraron en la pequeña población una altísima frecuencia de muchos de sus genes.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Evolución de una polilla en unas pocas generaciones

Polillas de *Biston betularia* en su forma clara y en su forma oscura y su camuflaje sobre los troncos de los árboles.

Dentro de una población de individuos, con el paso de unas pocas generaciones, es posible que aparezcan **cambios visibles**, como los que se ven cuando comparamos en una familia a los abuelos con los nietos. En la naturaleza se han encontrado casos de poblaciones de animales que en su hábitat natural han mostrado cambios con el paso de las generaciones. Uno de los casos más conocidos y estudiados es el de la polilla *Biston betularia*. Esta especie de polilla se distribuye a lo largo de toda Gran Bretaña. Los fenotipos más comunes en el siglo XVIII eran los de color claro. En 1848 se documentó el primer caso de *Biston betularia* de color oscuro o melánico. Ya para 1950 las formas más frecuentes eran las oscuras, principalmente, en las zonas altamente contaminadas por la polución producida por las industrias.

La pregunta que les surgió a los científicos al observar estos cambios fue: ¿cuál es la causa por la cual la población de polillas, originalmente compuesta por individuos de color claro, se transformó en unos pocos años en una población de polillas oscuras? Lo primero que puede afirmarse es que estas poblaciones de polillas han experimentado un cambio a lo largo de su historia. Este cambio muestra que en las poblaciones hubo un aumento en la cantidad de polillas de color oscuro y una disminución en la cantidad de polillas de color claro. Los científicos buscaron una explicación a este proceso.

Las polillas de *Biston betularia* suelen posarse sobre los troncos de los árboles. En el siglo XVIII, previamente a la aparición de la contaminación por las industrias, los troncos se encontraban cubiertos por líquenes blanquecinos. Las polillas claras se camuflaban sobre estos troncos blanquecinos y resultaban difíciles de detectar para las aves, sus predadores naturales. Hacia 1830, con la Revolución Industrial y la contaminación de los bosques, murió una gran diversidad de líquenes. Como consecuencia, los troncos quedaron descubiertos y con sus colores oscuros expuestos. En este nuevo escenario posindustrial, fueron las polillas oscuras las que quedaron camufladas sobre los troncos oscuros.

Los ejemplos

Pueden buscar ejemplos diferentes de los que se mencionan en el texto para saber si comprendieron la información.

En la población original de polillas de Gran Bretaña había tanto polillas claras como polillas oscuras. Sin embargo, la proporción de polillas claras y oscuras en la población era diferente. Dada la ventaja de ser menos visibles para los predadores, las polillas claras eran las más abundantes. Estas sobrevivían por más tiempo y dejaban más cantidad de descendientes a lo largo de su vida (los cuales también eran de color claro). Con la Revolución Industrial, las pocas polillas oscuras que habían logrado sobrevivir eran las que resultaban menos visibles para los predadores. En esta nueva época, en troncos expuestos sin líquenes, eran estas polillas oscuras las que vivían por más tiempo y dejaban una mayor cantidad de descendientes, también de color oscuro, a lo largo de su vida. Estos cambios en las proporciones de polillas blancas y oscuras relacionados con los cambios ambientales (contaminación) conforman **cambios evolutivos de la población** de polillas en Gran Bretaña. De manera general, puede decirse que existe evolución en una población cuando dicha población muestra este tipo de cambios de generación en generación.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Darwin y la evolución por selección natural

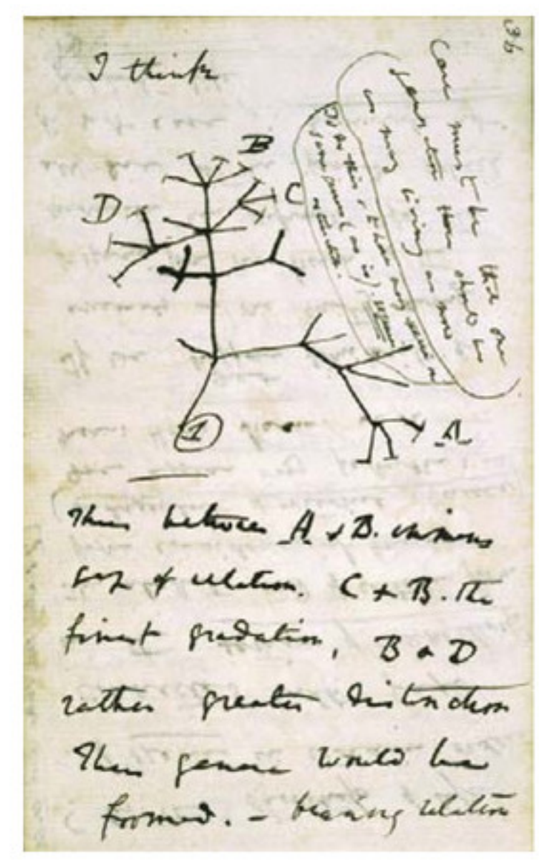
Charles Darwin fue un naturalista inglés que cambió la historia del pensamiento evolutivo. Logró sintetizar de una manera única las ideas que ya existían sobre la diversidad de organismos, el origen de las especies y los cambios hallados en el registro fósil.

Lo que en gran medida impulsó sus ideas fue el viaje que realizó a bordo del *HMS Beagle*, un barco comandado por el capitán Robert Fitz Roy y en el que recorrió el mundo durante cinco años (1831-1836). La mayor parte de ese tiempo, Darwin lo dedicó a tomar notas, investigar y buscar información geológica y zoológica de las tierras que visitaba, en especial América del Sur, las islas Galápagos y las islas del Pacífico. En 1839 se publicaron los registros que hizo en su diario de viaje, en el libro *Diario y observaciones*, y en cinco volúmenes sobre zoología publicados entre 1838 y 1843.

Sin embargo, su trabajo más conocido es *El origen de las especies*, publicado por primera vez en 1859. En este libro, Darwin explica el mecanismo por el cual evolucionan las especies y asienta lo que luego se denominó la **teoría de la evolución por selección natural**. En forma paralela, otro naturalista británico, Alfred Russel Wallace, había desarrollado una teoría similar. Hoy en día, se conoce esta teoría con el nombre de **teoría evolutiva de Darwin-Wallace**.

Para explicar este proceso, se propone un ejemplo concreto. Los individuos de una misma población son diferentes entre sí. Por ejemplo, dentro de un grupo de zorros puede haber individuos con pelaje largo e individuos con pelaje corto (de igual manera que en la población de polillas había polillas claras y polillas oscuras). Estas poblaciones viven bajo ciertas condiciones ambientales, que funcionan como filtros. Los individuos que no toleran las condiciones del ambiente, mueren. Darwin supuso que si hay individuos que logran sobrevivir cuando otros mueren es porque, de alguna manera, están favorecidos. Es decir que los individuos supervivientes poseen alguna característica que les confiere una ventaja en el ambiente en el que viven. Como consecuencia, viven más tiempo y dejan más descendientes a lo largo de su vida. A este proceso de mayor supervivencia y reproducción de los ventajosos lo denominó **selección natural**.

Los descendientes de los individuos ventajosos heredarán de sus padres la misma característica ventajosa. En el caso de los zorros, ante un invierno extremo con temperaturas bajo cero y heladas, los zorros con pelaje más largo tienen más posibilidades de sobrevivir (en comparación con los zorros con pelaje corto). Luego se reproducen y dejan descendientes con pelo largo. En un ambiente frío, el pelaje largo conforma una ventaja. Esto es lo mismo que decir que los zorros de pelo largo están mejor **adaptados** a un ambiente frío. Con el paso de las generaciones, y ante la persistencia de inviernos fríos, esta población de zorros tendrá cada vez más individuos de pelaje largo y cada vez menos con pelaje corto. La población de zorros presentará un cambio evolutivo a lo largo de las generaciones, como resultado de la selección natural ejercida por el ambiente (en este caso, las bajas temperaturas).



Notas de Darwin.

Curiosidades

En su vida, una pareja de arenques puede depositar 200.000 huevos; una de ranas verdes, 10.000; y una de moscas, 1.000.
Durante su existencia, una planta de amapola puede producir 100.000 semillas; y una de tabaco, 360.000. Sin embargo, la Tierra no está cubierta de arenques, ranas verdes, moscas, amapolas y tabaco.
Este hecho hizo conjeturar a Darwin que de la sobreproducción de organismos, solo algunos pueden sobrevivir.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Requisitos para que exista selección natural

Glosario

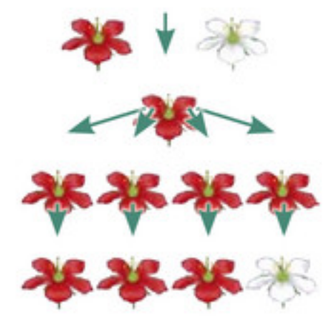
variantes: individuos que presentan diferentes fenotipos.

Otro ejemplo de proceso de selección natural: en este caso, el ave se alimenta de determinados insectos y condiciona el tamaño de esa variante dentro de la población.

En los ejemplos analizados de evolución en las poblaciones se cumplen tres condiciones fundamentales. La primera es que dentro de la misma población hay **individuos diferentes**, hay variabilidad (zorros de pelaje largo y de pelaje corto; polillas claras y polillas oscuras). En segundo lugar, en un ambiente dado, esas **variantes*** muestran **diferencias en supervivencia**, en la cantidad de descendientes o en ambos. Esto significa que algunas variantes son más ventajosas que otras. Por último, las **características ventajosas se heredan** porque se encuentran asociadas al genotipo (los hijos de los zorros de pelaje largo también tendrán pelaje largo). Esto nos conduce a los tres principios fundamentales que deben cumplirse para que en una población exista evolución por selección natural: debe existir variabilidad entre los individuos, las características variables deben asociarse con alguna ventaja y dicha característica debe ser heredable de padres a hijos.

Requisitos para que haya selección natural

V = variabilidad. Hay variabilidad dentro de una población. La selección actúa sobre esa variabilidad.



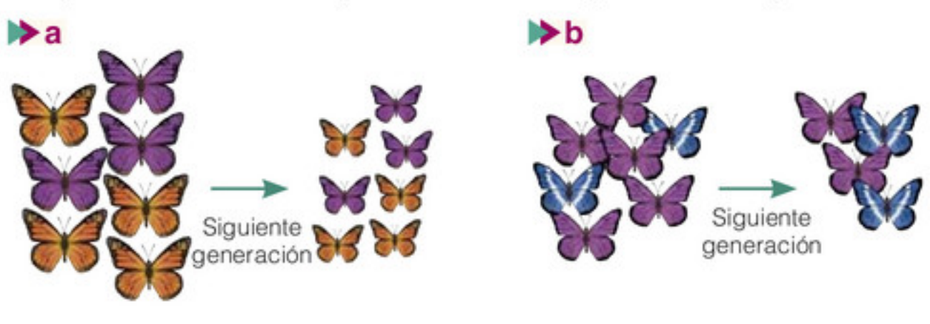
H = herencia. Los caracteres genéticos se heredan de los progenitores y se transmiten a la descendencia.

S = selección. Los organismos con rasgos favorables para su supervivencia logran sobrevivir y transmitir sus genes a la siguiente generación.

Para que exista evolución deben cumplirse algunos principios básicos.

Actividades

1. Respondan las siguientes preguntas de acuerdo con lo que ocurre en las poblaciones **a** y **b** de mariposas.



a. ¿Qué diferencia hay entre la generación de los padres y la de sus descendientes, para cada una de las poblaciones **a** y **b**? Expliquen brevemente.

b. ¿En cuál de las dos poblaciones hubo evolución? ¿Por qué?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Teoría sintética

En *El origen de las especies*, Darwin formuló la relevancia que tiene la herencia de las características ventajosas de padres a hijos para el proceso evolutivo. Sin embargo, Darwin no tenía en claro de qué manera ocurría esa herencia. Pasaron más de 40 años hasta que los científicos Hugo de Vries, Carl Correns y Erich von Tschermak redescubrieron los trabajos de Gregor Mendel y dejaron asentada de manera definitiva **la teoría cromosómica de la herencia**. A partir de esta teoría, fue posible saber cómo se heredan los genes de padres a hijos y la información en ellos contenida. Este paso fue crucial para el desarrollo de la **teoría sintética de la evolución** (también denominada *neodarwinismo*). La teoría sintética agrega elementos que permiten complejizar y completar la teoría propuesta por Darwin. En primer lugar, plantea que las características que Darwin denominaba *ventajosas*, es decir, las características adaptativas, se heredan de padres a hijos según los principios mendelianos de la herencia. A su vez, también propone una explicación sobre el origen de la variabilidad entre los individuos, tanto en las características ventajosas como en cualquier otra característica. Esta variabilidad es fundamental, ya que la diferencia entre individuos en características ventajosas es lo que determina si serán favorecidos o no por la acción de procesos como la selección natural.

Hay dos fuentes principales de variabilidad. La primera es la **recombinación cromosómica**, que es el intercambio de material genético entre cromosomas homólogos (el del padre y el de la madre) durante la meiosis. Como resultado, en las gametas de los individuos está combinado de manera azarosa el material genético que le pasarán a sus hijos. La segunda fuente de variabilidad son las mutaciones al azar. Las **mutaciones** son cambios en el ADN que pueden involucrar solo una base o una porción más extendida. Estas mutaciones ocurren de manera fortuita y no son predecibles. Por lo tanto, esos cambios producen novedades en el genoma de los individuos, que pueden significar una ventaja desde el punto de vista darwiniano. A su vez, por tratarse de procesos que ocurren al azar, tienen la cualidad de no presentar una tendencia hacia una mayor complejidad o hacia la perfección. Es decir que las novedades aparecen por recombinación y mutación, pero serán los **procesos evolutivos**, como la selección natural en un determinado ambiente, los que determinarán si estas novedades significan una ventaja para el individuo que las porta. En definitiva, es el **ambiente** el que selecciona a los individuos que poseen las ventajas.

Mutaciones en individuos de la mariposa *Bicyclus anyana* producen diferentes patrones de coloración.

Actividades

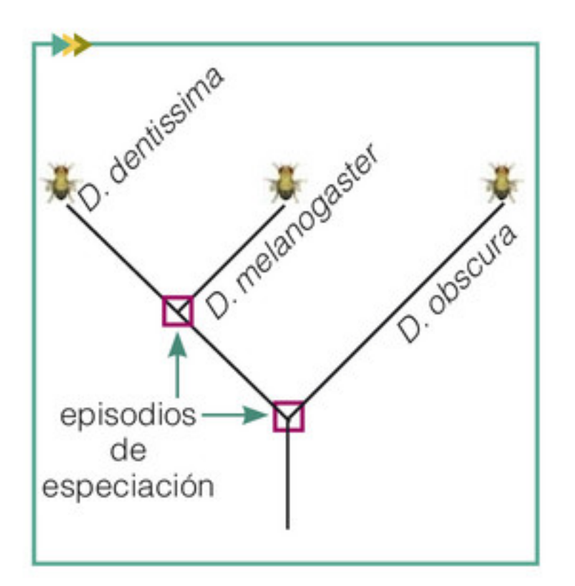
1. Expliquen brevemente en qué consisten las leyes formuladas por Gregor Mendel y su relación con la herencia.

2. ¿Qué diferencias hay entre el proceso de mitosis y el de meiosis? ¿Por qué este último es tan relevante para la teoría sintética?

3. Busquen en enciclopedias o en Internet tres ejemplos de mutaciones que producen diferencias visibles entre individuos de una especie; pueden comenzar buscando ejemplos en animales domésticos. Anoten los ejemplos en sus carpetas.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

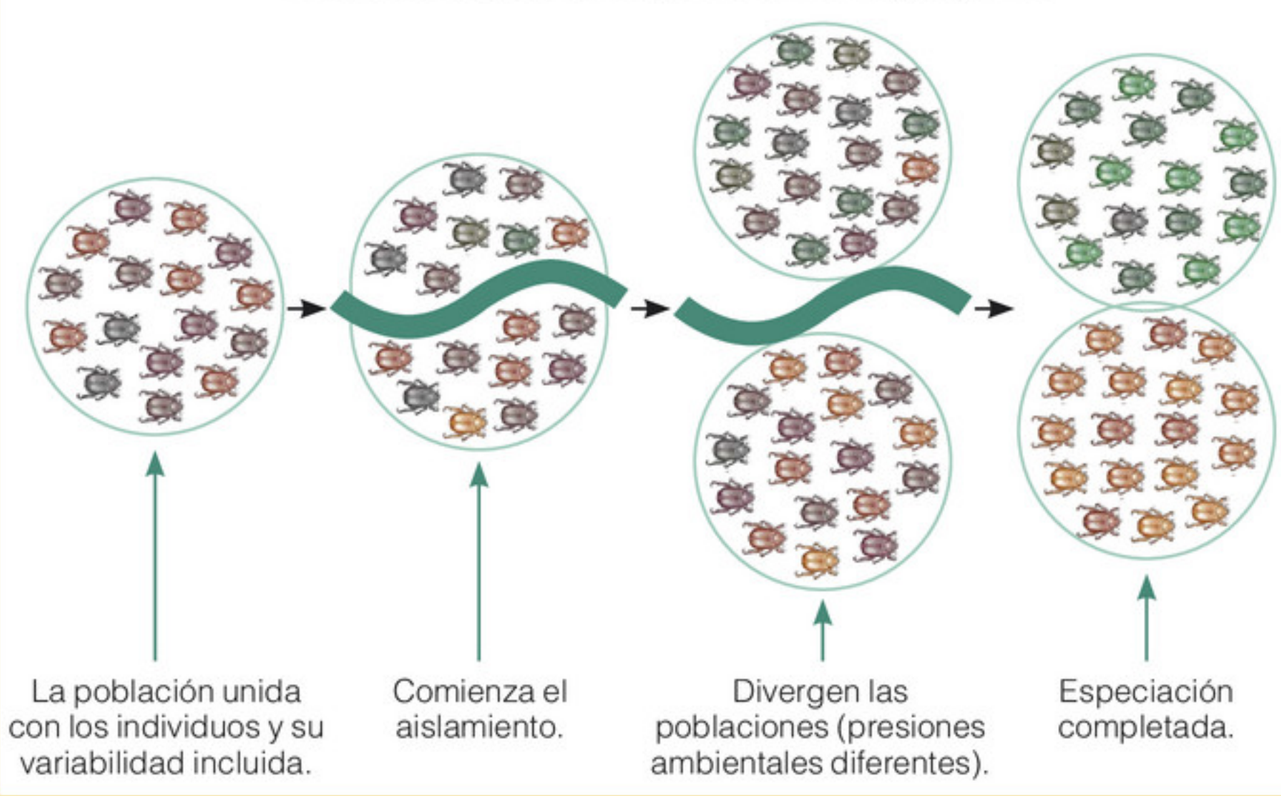
Especiación



Proceso de especiación en el árbol evolutivo de la mosca *Drosophila melanogaster*.

La nueva teoría sintética apoya y reafirma muchos de los aspectos planteados en la teoría de la evolución de Darwin y Wallace. Además, agrega algunos elementos nuevos, como el proceso de **especiación**, por el cual se forman dos especies a partir de una única especie ancestral. Se trata de un proceso gradual que comienza cuando dos poblaciones de una misma especie quedan separadas. Dicha separación puede deberse, por ejemplo, a un aislamiento ecológico o a un aislamiento geográfico. El **aislamiento ecológico** puede ocurrir cuando, por ejemplo dentro de una misma población de moscas, un grupo selecciona un tipo de fruto para vivir y reproducirse, mientras que otro grupo de la misma población prefiere un fruto diferente. Esta preferencia también la tendrán sus hijos y, por lo tanto, quedarán separados los dos grupos de moscas en los dos tipos de frutos. Un **aislamiento geográfico** puede resultar de la modificación del cauce de un río que deje aisladas físicamente a dos poblaciones de escarabajos. Una vez que las dos poblaciones quedaron separadas, se pierde el contacto entre ellas. A cada lado del río, los ambientes difieren en temperatura, humedad y especies vegetales que los habitan. En consecuencia, la selección natural favorecerá a individuos con diferentes características a cada lado del río. Por ejemplo, si de un lado las temperaturas son muy elevadas, solo los que resistan esas altas temperaturas serán los ventajosos. Si del otro lado hay inundaciones, solo los escarabajos que logren desplazarse en el agua serán los más ventajosos. Luego de muchas generaciones, la acumulación de cambios evolutivos ocurridos en cada población será diferente. Ante un aislamiento prolongado, si las poblaciones llegaran a coincidir en un mismo ambiente geográfico, la diferenciación entre poblaciones sería tan grande que ya no serían capaces de reproducirse entre ellos. El proceso de especiación se habrá completado y estas poblaciones serán tan diferentes que ya no formarán parte de la misma especie.

Proceso de especiación por aislamiento geográfico



Para conocer más

Gould, S. J., *El pulgar del panda. Reflexiones sobre historia natural y evolución*, Barcelona, Crítica, 2006.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

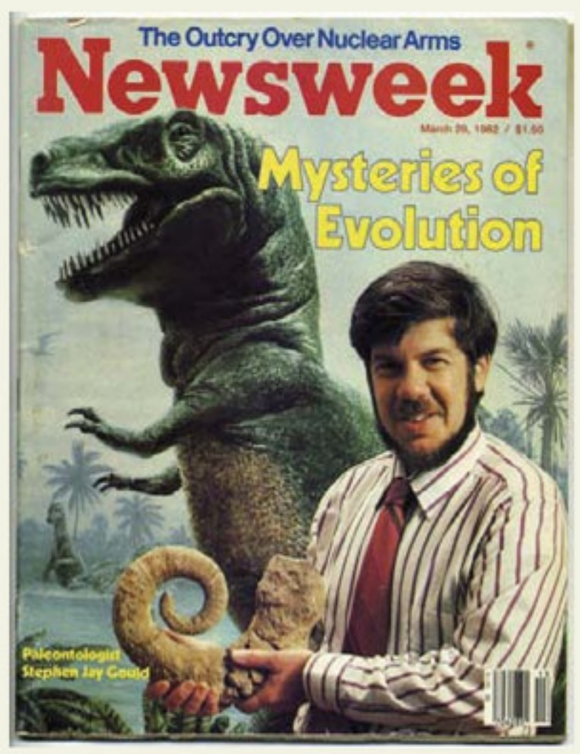
Stephen Jay Gould

Stephen Jay Gould (1941-2002) fue un geólogo y paleontólogo estadounidense. Sus áreas de trabajo incluyeron la zoología, la geología y la biología evolutiva, y fue un conocido divulgador de las ciencias. Su principal aporte a la biología evolutiva es la denominada **teoría del equilibrio puntuado**, que desarrolló junto a Niles Eldredge en 1972. Esta teoría propone una visión alternativa sobre los períodos y los ritmos en los que evolucionan los linajes. Estos paleontólogos observaron que en el registro fósil, las especies permanecen estables en sus formas durante mucho tiempo. Luego desaparecen de manera repentina (extinciones) o se transforman y evolucionan en otras, de manera también brusca. Es decir, hay largos períodos en donde las especies parecen no cambiar y luego, cortos períodos –unos pocos millones de años– en los que se observan grandes cambios acumulados. Esta fue la visión más novedosa que surgió luego de la teoría sintética.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

"El malentendido sobre la teoría evolutiva está claramente en la idea de la evolución como progreso. La gente cree que la evolución es un proceso que mueve a los organismos hacia un aumento de la complejidad con el paso del tiempo. Esto transforma a nuestra aparición tardía en la historia de la Tierra en un resultado sensible. La palabra evolución *[...] para Darwin es la adaptación ante un ambiente cambiante, que se modifica de manera aleatoria con el paso del tiempo. No hay un principio general de avance en eso"*. Declaraciones publicadas en 1995 en una entrevista que le hiciera John Koch para la revista *Boston Globe Magazine*.

Otra de las frases más conocidas de Gould fue formulada en su libro *El fundamentalismo darwiniano*, publicado en 1997: *"La variación propone, la selección dispone"*. Esto explica con una claridad y síntesis únicas cómo funciona el proceso evolutivo.



S. J. Gould en la tapa de la revista *Newsweek*.

En 2002 publicó su trabajo cumbre, *Estructura de la teoría de la evolución: el gran debate de las ciencias de la vida*, la obra definitiva de un pensador crucial, casi como un testamento de su pensamiento y su obra.

Actividades

1. Lean las declaraciones de Gould en el *Boston Globe Magazine* y respondan.

a. ¿Por qué asegura Gould que es un error pensar en la evolución como un aumento de la complejidad con el tiempo?

b. ¿Por qué asegura también que no hay un principio de avance en los cambios evolutivos propuestos por Darwin?

2. Busquen información sobre la *teoría del diseño inteligente*. Discutan en clase la relación entre las declaraciones de Gould en su entrevista y la idea que propone esta teoría.

La guerra de las bacterias

Los antibióticos no solo están perdiendo poder por un exceso en su uso y el consiguiente desarrollo de resistencia, sino que no se fabrican otros nuevos. Esto constituye un desafío para los médicos, los pacientes y la industria.

En la batalla contra las bacterias, los antibióticos han sido armas formidables. Hemos estado usándolos ampliamente durante solo 80 años. El problema es que los antibióticos no duran por siempre y el motivo es la evolución: las bacterias desarrollan **resistencia**. Los fármacos que habrían matado a sus ancestros ya no hacen efecto en las generaciones más nuevas de bacterias. Cada vez que usamos antibióticos, les mostramos a las poblaciones de bacterias las armas que vamos a utilizar contra ellas. Si los antibióticos se prescriben con excesiva frecuencia, se acelera el problema. Se podrían recetar muchos menos antibióticos: no hacen mucho por la secreción nasal, el dolor de garganta, la bronquitis ni la sinusitis. Incluso tampoco son muy útiles en las infecciones del oído medio.

El uso excesivo y la resistencia de los antibióticos es un problema enorme, pero quienes fabrican los antibióticos también fallan: las compañías farmacéuticas no están inventando nuevas armas para combatir bacterias. No se han descubierto nuevas clases de antibióticos desde 1987. Descubrir nuevos antibióticos es un inmenso desafío; si nos volcamos a los "antibióticos naturales" fabricados por otras bacterias, plantas u hongos, es probable que también ya haya resistencia a esos compuestos. Descubrir fármacos completamente nuevos para matar bacterias también es complicado. Los antibióticos semisintéticos, fabricados mediante la modificación o combinación de moléculas antibacterianas de forma natural, parecen promisorios.

El enemigo invisible

Hemos eliminado o controlado a la mayoría de nuestros depredadores naturales. Pero no es a los lobos, leones y tigres a quienes verdaderamente debemos temer, sino a estos enemigos minúsculos que todavía nos hacen daño hoy. Nunca ganaremos la batalla, pero necesitamos asegurarnos de que ganamos terreno. De algún modo, necesitamos convencer a las compañías farmacéuticas de que apoyen el esfuerzo en esta guerra contra las bacterias y las enfermedades bacterianas. Reexaminar antiguos antibióticos podría ser útil, pero también necesitamos ver otros modos de controlar la infección: expandir nuestro arsenal mediante el uso de vacunas y seguir investigando otras formas de control de las infecciones.

Descubrir nuevas farmacos y métodos para combatir infecciones es el desafío de hoy.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Fuente: http://www.clarin.com/buenavida/salud/Antibioticos_0_851914983.html. Diario *Clarín*, 23/01/2013 (Adaptación). Alce Roberts/Guardian News & Media.

Actividades

1. Respondan las siguientes preguntas.

a. ¿Cómo evolucionan las poblaciones de bacterias? ¿Cuáles son los cambios que experimentan de generación en generación?

b. ¿Cuál es el factor o elemento que actúa como seleccionador de los individuos ventajosos?

c. Cuando es el ser humano quien ejerce la acción selectiva, ¿se llama selección natural? ¿Por qué?

2. Averigüen en libros o en Internet a qué se llama *selección artificial*.

3. Busquen en Internet especies que conozcan que sean resultado de un proceso de selección artificial realizado por el ser humano.

La evolución en las pantallas y los libros

▸ **Televisión**. La evolución ha servido de inspiración para muchos artistas. Un evolucionista destacado, conocido principalmente como divulgador de la ciencia, llamado Stephen Jay Gould, apareció en un capítulo de la serie de dibujos animados *Los Simpson*. Esa no fue la única conexión entre la evolución y *Los Simpson*. También se abordó el tema en otros capítulos, por ejemplo en la apertura del capítulo "Homerazzi" (episodio 16 de la temporada 18). A través del personaje de Homero, se cuenta la historia de la vida en la Tierra desde los primeros seres vivos unicelulares hasta el ser humano actual, pasando por sucesos conocidos de la historia como la extinción de los dinosaurios. En el capítulo "El traje de mono" (episodio 17 de la temporada 21), los Simpson y los Flanders visitan el Museo de Historia Natural de Springfield. Esta visita al Museo desencadena un debate en Springfield sobre la evolución. Lisa es la única que defiende los trabajos y la figura de Darwin.

La evolución de Homero Simpson.

Flanders en el Museo de Historia Natural de Springfield.

▸ **Cómics y humor gráfico**. Los cómics y el arte gráfico también han abordado temas evolutivos. En el cómic *X-Men* aparecen individuos mutantes con diferentes poderes, según el tipo de mutación que han experimentado. También el dibujante Gary Larson aborda, en su tira *The far side* (El lado lejano), diversos tópicos sobre la evolución. En América del Sur también tenemos artistas que dedicaron algunos trabajos a estos temas, como es el caso del dibujante argentino Liniers y el del artista chileno Alberto Montt.

▸ **Cine**. La película *La guerra del fuego*, dirigida por Jean-Jacques Annaud y estrenada en 1981, relata la historia de la lucha entre tribus de seres humanos primitivos por el acceso al fuego. Las tribus que aparecen en la película no son similares entre sí: algunas poseen características que las asemejaban con el ser humano más moderno y otras tienen características relacionadas con el ser humano más antiguo. No se puede dejar de mencionar el filme *Jurassic Park*, que trata sobre la posibilidad de resucitar especies extintas a partir de la información genética preservada en los fósiles.

Tapa de un ejemplar del cómic *X-Men*.

▸ **Videojuegos**. Actualmente se encuentra en desarrollo un videojuego denominado *Species*. Se trata de un juego de simulación cuyo punto de partida es una población. Con el paso del tiempo, la población experimenta cambios debidos a la existencia de selección natural y de mutaciones. Esto deriva en la aparición de especies nuevas. Otros de los procesos presentes son las extinciones, como resultado de las fluctuaciones ambientales.

Actividades

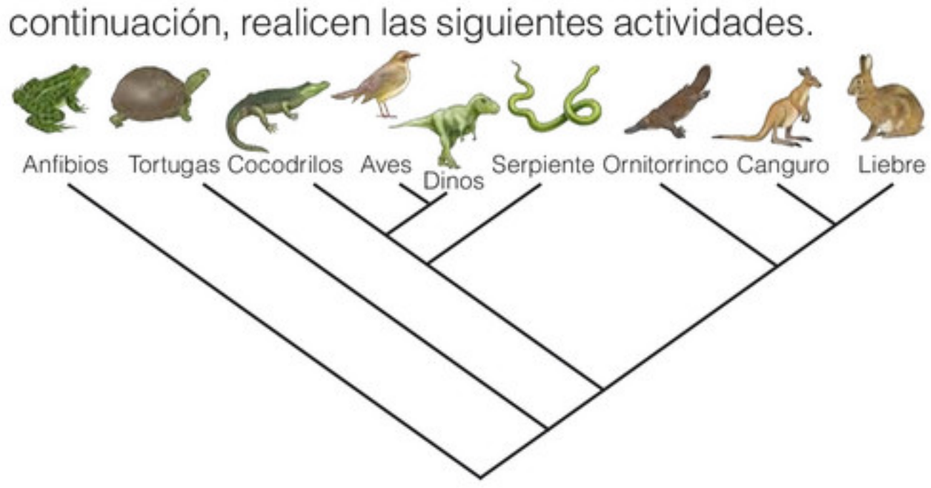
1. ¿Les parece que para realizar una obra de arte sobre un tema científico es necesario utilizar de manera precisa los conceptos que provienen de la ciencia? En otras palabras, ¿qué lugar tienen la imaginación y la fantasía en obras de arte que tratan temas científicos?

2. ¿Recuerdan alguna película, serie o lectura en donde se trate algún tema asociado con la evolución? ¿Cuáles?

3. Busquen dos trabajos artísticos de diferentes áreas (cine, fotografía, literatura, artes plásticas, etcétera) en donde se aborde el tema de la evolución.

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

1. A lo largo del capítulo se estudiaron diferentes árboles evolutivos y cómo esos árboles nos cuentan sobre la relación de parentesco que existe entre los organismos. Sobre la base de lo aprendido y el árbol que aparece a continuación, realicen las siguientes actividades.



a. Marquen con la letra A el ancestro común a todos los grupos representados.
b. Marquen con la letra B el ancestro común de los tres tipos de mamíferos (ornitorrinco, canguro y liebre).
c. Marquen con la letra C el linaje que corresponde a la liebre actual desde su origen.
d. Marquen con la letra D el linaje que corresponde a las serpientes una vez que se separaron de los cocodrilos.
e. Los mamíferos, ¿son más complejos que las tortugas?
f. ¿Qué linaje apareció antes: el que da origen a los anfibios actuales o el que da origen a los canguros actuales?
g. ¿Qué deberían observar en el árbol, si quisieran hacer un análisis macroevolutivo?
h. ¿Qué deberían observar en el árbol, si quisieran hacer un análisis microevolutivo?

2. Expliquen el significado de las siguientes afirmaciones del naturalista inglés Charles Darwin.
a. "Los organismos provienen de organismos similares a ellos".
b. "Si la selección natural actúa un tiempo suficiente sobre dos poblaciones de una especie, se puede producir una acumulación de cambios tal que esas poblaciones terminen constituyéndose como dos especies diferentes".

3. Organicen con un criterio temporal los siguientes eventos en la historia de la vida sobre la Tierra (empiecen por el evento más antiguo y terminen con el más actual).
a. Aparición de los primeros organismos vivos.
b. Extinción de los dinosaurios.
c. Aparición del ser humano sobre la Tierra.
d. Aparición de los primeros mamíferos.
e. División de Pangea en Laurasia y Gondwana.
f. Desaparición de los trilobites.
g. Origen de la Tierra.

4. Escriban en sus carpetas a qué concepto se refieren las siguientes definiciones.
a. Proceso asociado con el origen de toda la biodiversidad.
b. Proceso que manifiesta que algunos individuos de una población poseen ventajas sobre otros.
c. Cambios experimentados por las poblaciones con el paso de las generaciones.
d. Proceso que puede producir nuevas variantes.
e. Proceso por el cual se generan nuevas especies.
f. Diagrama que representa las relaciones de parentesco que unen a todos los seres vivos del planeta.
g. Proceso de aparición de múltiples especies a partir de una o más especies originales.

5. Se proponen realizar un experimento para ver cómo la selección afecta a una población. Toman una pecera muy grande y la decoran con piedras blancas en el fondo, luego colocan 50 peces carpa de color naranja. Por supuesto que no todos los peces adquiridos tienen exactamente el mismo color: algunos son más oscuros y otros son más blanquecinos. Por último, compran un pez predador de carpas. Luego, dejan que el tiempo pase y que las cosas sucedan: el predador consume carpas, las carpas que viven se aparean y ponen huevos, nacen nuevas carpas. Sobre la base del ensayo, respondan.
a. En este ensayo, ¿quién ejerce la "selección natural"?
b. ¿Qué efecto esperan que tenga esta selección? ¿Quiénes serán favorecidos y quienes, desfavorecidos?
c. ¿Cómo creen que será la población de carpas de la pecera, luego de varias generaciones?
d. Describan, paso por paso, cómo será el proceso que llevará a la población desde la situación inicial hasta la obtenida varias generaciones después.
e. ¿Qué hubiera pasado si en lugar de piedritas blancas en el fondo hubieran colocado piedras de color anaranjado oscuro?
f. ¿Se puede decir que estos cambios en la población de carpas son cambios evolutivos?

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

Índice alfabético

absorción 17, 32, 54, 58, 74, 83, 84, 87
ácidos nucleicos 23, 46, 117, 121, 134
adaptaciones 133
ADN 9, 14, 17, 19, 20, 21, 28, 29, 38, 46, 78, 96, 97, 113, 117, 118, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 145, 151
adolescencia 51, 70, 71, 72, 73, 76
agentes mutagénicos 117, 130
agua 8, 9, 10, 16, 19, 29, 31, 32, 34, 35, 36, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 61, 66, 67, 68, 69, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 86, 87, 89, 90, 94, 120, 123, 139, 146, 152
alimentación 9, 26, 44, 49, 71, 72, 75, 76, 85, 86, 87, 131
almidón 16, 56, 57, 74, 82
aminoácidos 31, 44, 57, 58, 68, 74, 79, 80, 94, 118, 119, 122, 124, 126, 127, 128, 129, 134, 145
anatomía comparada 145, 146
ano 54, 55, 58
anticodón 122, 127
anticuerpos 61, 79, 80, 83, 119
aorta 60, 61, 62
árbol filogenético 28
ARN 78, 117, 121, 122, 123, 124, 130, 134, 145
arterias 60, 61, 71, 81, 87, 92
ateromas 92
átomo 13, 23
auriculoventricular izquierda 60
bilis 56, 57
biodiversidad 21, 135, 136, 137, 139, 156
biomoléculas 78, 81, 118, 121
bolo alimenticio 55, 57
botulismo 89
bronquiolos 64, 65
bronquios 64
calcio 31, 32, 71, 83, 84, 85, 94
calorías 59, 71, 73, 86
capacidad pulmonar total 65
capilares 55, 58, 61, 64, 67, 69, 134
cápsula de Bowman 69
carboxihemoglobina 67
cardias 55, 57
catabolismo 41
catalizadores biológicos 47, 120
celiaquía 87
célula 7, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 20, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 46, 53, 61, 96, 97, 106, 119, 121, 123, 124, 128, 134
célula eucariota 15, 16, 17, 28
célula procariota 14, 15
células diploides 98
células haploides 98
células sanguíneas 8, 61, 83
celulosa 16, 46, 58
circuito mayor 62
circuito menor 62
circulación sanguínea 62, 81
citocinesis 40
citoplasma 9, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 30, 32, 33, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 46, 124, 126
clorofila 19, 45
cloroplastos 7, 16, 19, 20, 28, 45, 96, 121
coagulación sanguínea 61, 83, 84, 85
código genético 126, 127, 145
codón 126, 127, 128, 129
colágeno 79, 80, 118, 119
colesterol 56, 71, 81, 85, 87, 92, 94
colonia 24, 25
comida 53, 57, 59, 74, 75, 94
corazón 23, 51, 60, 61, 62, 65, 71, 74
corteza renal 68
cromosomas 38, 39, 95, 96, 97, 98, 99, 102, 104, 106, 107, 108, 112, 113, 116, 130, 151
crossing-over 102
deglución 55, 57
desnutrición 85
diástole 62
difusión 31, 50, 58, 67
difusión facilitada 31, 50
digestión 9, 26, 32, 33, 42, 54, 55, 56, 57, 58, 74, 118
digestión mecánica 54, 55
digestión química 54, 55, 56, 57
disacáridos 78
endocardio 60
energía 8, 15, 19, 20, 21, 29, 31, 32, 33, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 59, 64, 67, 71, 76, 78, 81, 85, 86, 120, 127
energía química 41, 45, 47, 67
enzima 41, 47, 48, 54, 57, 58, 74, 87, 119, 120, 123, 124, 134
epigenética 117, 131
epiglotis 55
eritrocitos 50, 61
esófago 9, 55, 57
especiación 152
estómago 9, 48, 55, 57, 138
estratos 139
estructura cuaternaria 80, 119, 134
estructura primaria 80, 118
estructura secundaria 80, 118
estructura terciaria 80, 118, 119

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

excreción 9, 68
exhalación 66, 67
extinción 114, 137, 155
faringe 55, 57, 64
fenotipo 99, 100, 101, 102, 103, 105, 110, 111, 116, 119, 121, 128, 129, 131, 134, 147
fermentación 29, 43
filtración 69
filtrado 68, 69, 82
flora intestinal 58, 83
flores 16, 98, 105, 110, 116, 135
fosas nasales 64
fosfolípidos 46, 81
fósil 22, 138, 139, 142, 143, 144, 149, 153
fotosíntesis 16, 19, 20, 29, 45, 47, 53, 78, 96
frecuencia respiratoria 52, 66, 67
función de nutrición 51, 68, 71
gametas 96, 98, 100, 101, 102, 104, 111, 128, 151
gemación 17
genes 9, 37, 95, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 124, 125, 129, 131, 132, 133, 145, 147, 150, 151
genes ligados 104
genética 39, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 103, 108, 109, 110, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 121, 124, 125, 126, 128, 130, 131, 147, 155
genotipo 99, 100, 101, 102, 103, 105, 111, 116, 121, 131, 147, 150
glándulas anexas 56
glándulas salivales 55, 56
glóbulos blancos 8, 61, 74, 79, 119
glomérulo de Malpighi 69
gluten 87, 88, 119
grasas 56, 57, 59, 81, 83, 85, 86, 94
HDL 92
hematosis 62, 64, 67, 74
hemoglobina 61, 67, 79, 80, 84, 87, 112, 118, 119, 121, 124, 134
herencia 95, 96, 98, 100, 101, 103, 105, 107, 110
heterocigota 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 111, 112, 116
hidratos de carbono 21, 46, 53, 57, 58, 74, 76, 78, 82, 83, 86, 94
hierro 56, 71, 76, 79, 84, 87, 94
hifas 17
hígado 8, 10, 48, 55, 56, 57, 58, 78, 83, 84, 92, 120, 130
hipercolesterolemia 71, 85, 87, 92
hipertensión 71, 73, 84
homeostasis 9, 21
homocigota 99, 100, 101, 103, 107, 112, 116, 119
hormonas 33, 37, 46, 53, 56, 70, 79, 81, 84, 92, 119
hormonas sexuales 70
individuo 8, 70, 85, 86, 87, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 107, 109, 112, 113, 114, 118, 121, 129, 131, 147, 151
ingestión 54, 91
Inhalación 66
intestino delgado 32, 42, 54, 55, 57, 58, 74
intestino grueso 55, 58
jugo gástrico 57, 118
jugo intestinal 57
jugo pancreático 56, 57
laringe 55, 64
LDL 87, 92
leucocitos 61
ligamiento 104
linaje 140, 144, 156
lípidos 15, 21, 23, 30, 31, 32, 36, 46, 53, 57, 58, 74, 76, 79, 81, 82, 83, 86, 94, 118
lipoproteínas 81, 92
lóbulos 64, 65
locus 99, 104, 107, 112
lugol 82
macroevolución 135
macromoléculas 23, 78, 118
malnutrición 85
Malpighi 69
marcapasos natural 62
materia fecal 55, 58, 138
material genético 9, 14, 21, 38, 39, 46, 96, 109, 113, 130, 145, 151
meiosis 96, 97, 100, 102, 104, 113, 151
membrana plasmática 8, 9, 14, 15, 16, 19, 25, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 38, 42, 46, 92
metabolismo 29
microscopio 8, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 23, 27, 35, 40, 50, 58
microscopio óptico 12, 13, 18
minerales 32, 45, 53, 55, 58, 59, 61, 68, 69, 74, 75, 76, 84, 94, 138, 139
miocardio 60, 62, 74
mitocondrias 7, 15, 19, 20, 28, 42, 67, 96, 121
mitosis 39, 40, 50, 96, 97, 151
modelos 13, 15, 17, 30, 36, 41, 50, 125
moléculas de ATP 67
monómeros 78, 121
monosacáridos 58, 74, 78
mosaico fluido 29, 30, 36
mutaciones 115, 128, 129, 130, 131, 133, 134, 151, 155
nefrón 68, 69
nódulo auriculoventricular 62
nódulo sinusal 62, 74
nutrición 19, 21, 38, 51, 53, 56, 59, 68, 71, 76, 86
nutrientes 8, 9, 17, 20, 26, 29, 32, 41, 50, 51, 53, 54, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 67, 71, 74, 75, 76, 85, 86, 87, 89, 93, 94, 119

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723

organela 13, 42, 45
organismo pluricelular 9, 25, 33
órganos 9, 23, 51, 52, 53, 54, 55, 62, 64, 65, 68, 70, 74, 84, 146
orina 35, 52, 68, 69, 74, 83
ósmosis 31, 34, 35, 50
osteoporosis 71, 73, 84, 85
oxidación biológica 64, 67
oxihemoglobina 67
páncreas 55, 56, 121, 124
parásitos 37, 89, 91
pared celular 14, 16, 17, 19, 20, 30, 35, 40, 46, 78
pelvis renal 68, 69
pericardio 60
peristaltismo 54
permeabilidad selectiva 30
píloro 55, 57
plaquetas 61, 74
plasma sanguíneo 61, 77
plásmidos 14
polímeros 78, 121
polipéptidos 57, 79, 119
polisacáridos 78, 94
proteínas 14, 15, 21, 23, 30, 31, 32, 33, 36, 38, 41, 44, 46, 47, 53, 56, 57, 58, 59, 71, 74, 76, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 92, 94, 96, 97, 112, 117, 118, 119, 121, 122, 124, 126, 127, 129, 131, 132, 134, 145
pubertad 70, 71
pulmonar 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67
pulmones 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 71
quilo 57, 58
quimo 57
quitina 78
reactivo de Biuret 82
reactivo de Fehling 82
reactivo de Sudán III 82
recto 55, 58, 116
reproducción 9, 15, 21, 24, 38, 39, 53, 70, 98, 100, 106, 149
respiración celular 15, 19, 20, 29, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 67, 68
riñones 68
salud 73, 85, 89, 91
sangre 8, 33, 42, 52, 54, 56, 58, 60, 61, 62, 67, 68, 69, 71, 74, 76, 79, 84, 85, 87, 88, 90, 92, 107, 112, 119, 121
secreción 69, 112, 154
selección artificial 154
selección natural 135, 149, 150, 151, 152, 154, 155, 156
sensibilidad 88
sensibilidad al gluten 88
síndrome urémico hemolítico 89
sistema 9, 15, 23, 28, 33, 37, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 60, 61, 64, 67, 68, 71, 76, 83, 84, 85, 103, 108, 130
sistema abierto 28, 51, 52
sistema digestivo 9, 53, 54, 55, 57, 61, 64, 76
sistema respiratorio 64, 67
sistema urinario 68
sístole 62
sodio 31, 32, 69, 84, 94
soluto 69
sustancia 10, 16, 31, 76, 81, 84
sustancias orgánicas 20
sustrato 47, 120
tejidos 23, 25, 39, 52, 53, 60, 62, 76, 79, 83, 84, 89, 93, 134, 139
teoría endosimbiótica 7, 19
traducción 117, 126
transcripción 117, 124
transporte activo 31, 32
transporte pasivo 31
tráquea 55, 64, 65
triglicéridos 56, 81
tubo colector 69
túbulos renales 69
uréteres 68
uretra 68
válvula auriculoventricular derecha 60
válvulas 60, 61, 62
válvula sigmoidea o semilunar aórtica 60
vasos sanguíneos 10, 60, 61, 62, 92, 134
vejiga 68
vellosidades intestinales 58, 74, 87
vena cava 60, 62
vena pulmonar 61, 62, 67
venas 60, 61, 62
vesícula biliar 55, 56, 57
vías aéreas inferiores 64
vías aéreas superiores 64
vías respiratorias 55, 64, 112
vitaminas 53, 58, 59, 74, 76, 83, 92, 94
vitaminas hidrosolubles 83
vitaminas liposolubles 83, 94
yeyuno-íleon 58
yodo 82, 84, 87
zinc 71, 76, 84

© Tinta fresca ediciones S. A. | Prohibida su fotocopia. Ley 11.723