

REFLEXIÓN  
SOBRE LA  
CIENCIA

# BIO- LOGÍA

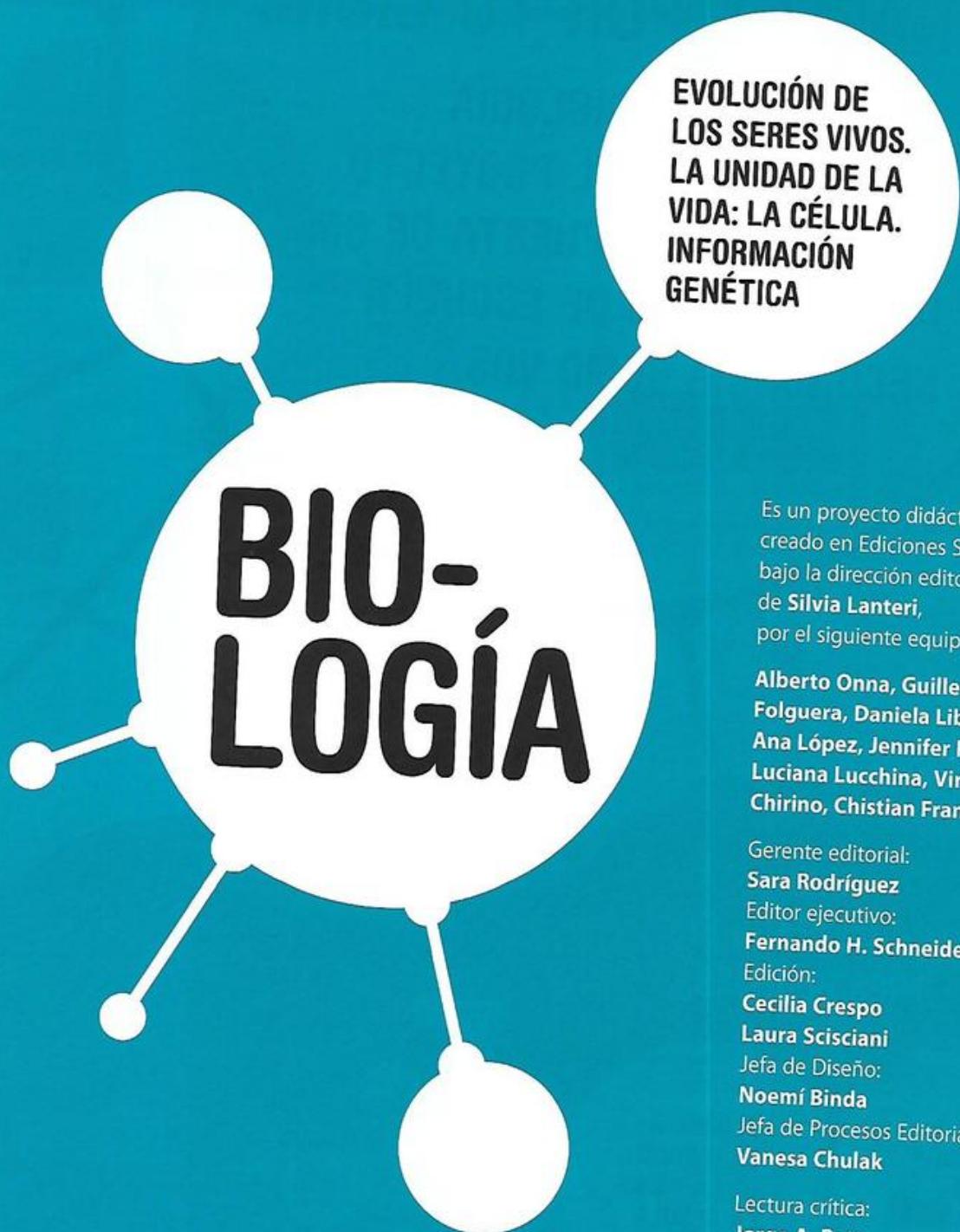
FORMACIÓN  
EN VALORES

TRABAJO  
EN COMPE-  
TENCIAS  
DIGITALES

EVOLUCIÓN DE  
LOS SERES VIVOS.  
LA UNIDAD DE LA  
VIDA: LA CÉLULA.  
INFORMACIÓN  
GENÉTICA

FELIPE ROMERO  
2do AÑO  
col. VERBUM  
2019.





# NAVEGÁ POR TU LIBRO

ESTE LIBRO DE BIOLOGÍA  
FORMA PARTE DEL **PROYECTO**  
**NODOS**, UNA PROPUESTA DE SM  
PARA ALUMNOS DE ESCUELA  
SECUNDARIA COMO VOS.

TU LIBRO ESTÁ  
ORGANIZADO EN  
TRES BLOQUES:

BLOQUE I  
EVOLUCIÓN  
DE LOS  
SERES VIVOS

BLOQUE II  
LA UNIDAD  
DE LA VIDA:  
LA CÉLULA

BLOQUE III  
INFORMACIÓN  
GENÉTICA

Las páginas que introducen  
cada bloque presentan los  
temas que estudiarás en sus  
capítulos.



Al comenzar cada bloque, la sección *Enfoques* te permitirá saber qué se creía en otros momentos acerca de los temas tratados en él.



Al finalizar cada bloque, en la sección *Enfoques* podrás reflexionar acerca de los temas estudiados, y en *Cerrar sesión*, dar a conocer junto con tus compañeros todo lo que aprendieron.

Los capítulos incluyen recuadros con herramientas de trabajo y otros que plantean temas relacionados con valores para debatir.

Al finalizar cada capítulo, encontrarás actividades de integración y una autoevaluación, que se presenta como una red conceptual para completar.

AL FINAL DEL LIBRO, SE INCLUYEN TRABAJOS PRÁCTICOS CON LOS QUE PODRÁS APRENDER MUCHO MÁS JUNTO CON TUS COMPAÑEROS.

<b>INTRODUCCIÓN. CIENCIA Y SOCIEDAD .....</b>	<b>8</b>
La ciencia, ¿producto o proceso? .....	8
Diversas maneras de entender la actividad científica .....	9
La ciencia como construcción social .....	10
El problema del método científico .....	11
¿Qué es, entonces, aquello que llamamos "ciencia"? .....	12
Las teorías evolutivas y la naturaleza de la ciencia .....	13
Las ideas evolutivas en contexto .....	14
La sociedad francesa del siglo XVIII .....	14
La sociedad británica del siglo XIX .....	15
El lenguaje de la ciencia .....	16
El uso de metáforas en la ciencia .....	16
Metáforas en acción: el darwinismo social .....	17
¿Qué nos puede informar la teoría de la evolución acerca del ser humano? .....	18
Algunas preguntas necesarias .....	18
Consideraciones finales y conclusión .....	19
<b>Actividades de integración .....</b>	<b>40</b>
<b>Autoevaluación .....</b>	<b>41</b>

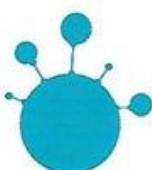


<b>Enfoques.</b> El cambio biológico y el cambio cultural .....	22
<b>1 ANCESTRO COMÚN Y BIODIVERSIDAD.....</b>	<b>24</b>
Un ancestro común a todos los seres vivos .....	24
Creationismo y fijismo .....	25
Las ideas evolucionistas .....	26
Las bases del evolucionismo .....	26
El evolucionismo de Lamarck .....	27
El evolucionismo de Darwin y Wallace .....	27
Observaciones previas a la teoría de la evolución .....	28
La agrupación jerárquica de Linneo .....	28
La edad de la Tierra .....	28
Distribución geográfica de especies .....	30
Relaciones entre especies extintas y vivas .....	30
Presencia de órganos vestigiales .....	31
Semejanzas embrionológicas .....	31
Homologías y analogías .....	31
Teoría del ancestro común .....	32
Las observaciones previas a la teoría de la evolución, a la luz de la idea del ancestro común .....	32

El valor explicativo de la teoría del ancestro común .....	34
Las áreas de distribución actual e histórica .....	34
La influencia del movimiento de los continentes .....	34
Evidencias bioquímicas .....	35
Predicciones de la teoría del ancestro común .....	36
Archaeopteryx, ni dinosaurio ni ave .....	36
La evolución de los cetáceos .....	36
La transición entre peces y anfibios .....	37
La evolución del caballo .....	37
Construcción del árbol filogenético .....	38
Árbol filogenético de los vertebrados .....	38
La pérdida de la biodiversidad .....	39
Soluciones posibles .....	39
<b>Actividades de integración .....</b>	<b>40</b>
<b>Autoevaluación .....</b>	<b>41</b>

<b>2 TEORÍAS Y PROCESOS DE LA EVOLUCIÓN .....</b>	<b>42</b>
Hacia una teoría de selección natural .....	42
Especie, población, variabilidad y adaptaciones .....	43
La teoría evolutiva de Lamarck: el transformismo .....	44
Mecanismos de la evolución según Lamarck .....	44
El ejemplo del cuello de las jirafas .....	45
Críticas al transformismo o lamarckismo .....	45
El viaje de Darwin .....	46
El trabajo de Charles Darwin .....	48
Otras fuentes .....	48
Selección artificial .....	48
La teoría evolutiva de Darwin: la selección natural .....	49
Ejemplo de evolución por selección natural .....	50
El ejemplo del cuello de las jirafas .....	50
Una evidencia de la selección natural .....	51
La adaptación bajo la luz de la evolución .....	52
La evolución biológica no equivale a progreso .....	52
Ejemplos de ventajas adaptativas de especies nativas .....	53
Comparación entre las ideas de Darwin y Lamarck .....	54
Similitudes .....	54
Diferencias .....	54
Lo que Darwin no pudo explicar .....	55
Críticas a la teoría de la selección natural .....	55
La teoría sintética o síntesis moderna .....	56
Especiación: la formación de nuevas especies .....	57
Gradualismo y equilibrios interrumpidos .....	57
Ejemplo de especiación alopátrica .....	57
<b>Actividades de integración .....</b>	<b>58</b>
<b>Autoevaluación .....</b>	<b>59</b>

<b>Enfoques.</b> Evolución y medicina .....	60
<b>Cerrar sesión.</b> Producción y publicación de un video .....	61



**BLOQUE**

II

**LA UNIDAD DE LA VIDA: LA CÉLULA**

**Enfoques.** El hambre en el mundo.....64

**3 LA CÉLULA: UNIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL .....66**

Los distintos tipos de células.....	66
La teoría celular.....	67
Los niveles de organización.....	67
Estructura básica de las células.....	68
Componentes estructurales comunes a todas las células.....	68
Tipos celulares.....	68
Principales tipos de células.....	69
Las células procariotas.....	69
Las células eucariotas.....	69
La célula animal y la célula vegetal.....	70
Estructura básica de la célula animal.....	70
Estructura básica de la célula vegetal.....	71
El descubrimiento de la función del núcleo.....	72
El ciclo celular.....	73
La división celular.....	73
La membrana plasmática.....	74
Mecanismos de transporte a través de la membrana plasmática.....	74
El metabolismo celular.....	76
Rutas metabólicas.....	76
Tipos de nutrición celular.....	77
Función de las mitocondrias: respiración celular.....	78
Función de los cloroplastos: fotosíntesis.....	79
<b>Actividades de integración</b> .....	80
<b>Autoevaluación</b> .....	81

**4 NUTRICIÓN HUMANA: DIGESTIÓN Y CIRCULACIÓN .....82**

Las funciones vitales.....	82
La nutrición y sus cuatro sistemas.....	83
La nutrición en los seres humanos.....	83
El cuerpo humano como un sistema.....	83
Funciones del sistema digestivo.....	84
El tubo digestivo.....	84
Las glándulas digestivas.....	85
Los dos procesos de la digestión.....	86
El camino de los alimentos.....	86
La absorción intestinal.....	87
La egestión.....	87

La salud del sistema digestivo .....	88
Las enfermedades del sistema digestivo .....	88
Alimentación y salud .....	89
El sistema circulatorio y sus funciones .....	90
La sangre .....	90
El corazón .....	91
Los vasos sanguíneos .....	91
La circulación de la sangre .....	92
El circuito doble .....	92
Los latidos del corazón y el ciclo cardíaco .....	93
Eventos del ciclo cardíaco .....	93
La salud del sistema circulatorio .....	94
Enfermedades que afectan al corazón o a los vasos sanguíneos .....	94
Enfermedades relacionadas con la sangre .....	94
Hábitos que afectan al sistema circulatorio .....	95
Hábitos que favorecen la salud del sistema circulatorio .....	95
<b>Actividades de integración</b> .....	96
<b>Autoevaluación</b> .....	97

**5 NUTRICIÓN HUMANA: RESPIRACIÓN Y EXCRECIÓN .....98**

Intercambio gaseoso y desecho de residuos .....	98
Relación de los sistemas respiratorio y excretor con la función de nutrición .....	99
Sistema respiratorio: anatomía y funciones .....	100
El efecto de la presión atmosférica sobre la respiración .....	101
Ventilación pulmonar y hematosis .....	102
La ventilación pulmonar .....	102
El intercambio de gases o hematosis .....	103
La salud del sistema respiratorio .....	104
Las enfermedades del sistema respiratorio .....	104
El cuidado del sistema respiratorio .....	105
Sistema excretor: anatomía y funciones .....	106
El sistema urinario .....	106
El funcionamiento de los riñones .....	106
Partes del riñón y la nefrona .....	107
La composición y producción de la orina .....	107
La doble función del riñón .....	108
La piel y la formación del sudor .....	108
La salud del sistema excretor .....	109
El cuidado del sistema urinario y de la piel .....	109
Las enfermedades del sistema urinario y de la piel .....	109
Integración de funciones de los sistemas de la nutrición .....	110
La homeostasis .....	110
El respiración celular y los desechos .....	111
<b>Actividades de integración</b> .....	112
<b>Autoevaluación</b> .....	113

**6 NUTRICIÓN Y SALUD .....114**

Alimentarse, un acto biológico y cultural .....	114
Los alimentos y sus componentes .....	115
Las sustancias inorgánicas de los alimentos .....	115
Las sustancias orgánicas de los alimentos .....	116
¿Comida o alimento? .....	116
La dieta .....	117
La rueda de los alimentos .....	117

Las guías alimentarias .....	118
Un ejemplo de dieta equilibrada: la dieta mediterránea .....	119
Dietas desequilibradas .....	120
El desayuno y la ingesta de varias comidas .....	120
Una dieta adecuada a cada necesidad .....	121
Cuánta energía necesitamos .....	122
Una dieta enérgicamente equilibrada .....	122
Hambre, apetito y saciedad .....	122
Desórdenes de la alimentación .....	123
Enfermedades carenciales .....	123
Anorexia y bulimia .....	123
Obesidad .....	124
Los alimentos transgénicos .....	125
¿A favor o en contra? .....	125
<b>Actividades de integración</b> .....	126
<b>Autoevaluación</b> .....	127
 <b>Enfoques.</b> El hambre como fenómeno humano .....	128
<b>Cerrar sesión.</b> Sistematización y presentación de la información	129
 <b>8 EL MATERIAL GENÉTICO Y LA HERENCIA.....</b>	148
La información genética .....	148
Del genotipo al fenotipo .....	149
Las proteínas .....	149
Ácidos nucleicos .....	150
Organización del ADN .....	150
Estructura y función del ADN .....	151
Estructura, tipos y función del ARN .....	152
Del gen al fenotipo .....	153
El proceso de meiosis .....	154
Fases de la meiosis I .....	154
Fases de la meiosis II .....	155
Importancia de la meiosis .....	156
Formación de gametas .....	156
Variación genética .....	157
<b>Actividades de integración</b> .....	158
<b>Autoevaluación</b> .....	159



**Enfoques.** De la herencia continua a la herencia discreta .....

<b>7 LAS LEYES QUE RIGEN LA HERENCIA .....</b>	134
Mendel descubre las leyes de la herencia .....	134
La herencia biológica .....	135
Mendel y su trabajo de investigación .....	136
Elección del material .....	136
El primer experimento de Mendel .....	138
Primera parte del experimento 1: cruzamiento de líneas puras .....	138
Segunda parte del experimento 1: autofecundación de la filial 1 .....	139
La explicación de Mendel .....	139
El genotipo y el fenotipo .....	140
El segundo experimento de Mendel .....	141
Teoría cromosómica de la herencia .....	142
Herencia y evolución .....	143
Caracteres heredables y no heredables .....	143
Herencia en la especie humana .....	144
Albinismo .....	144
El ambiente y la expresión de los caracteres .....	144

Enfermedades hereditarias .....	145
<b>Actividades de integración</b> .....	146
<b>Autoevaluación</b> .....	147

<b>8 EL MATERIAL GENÉTICO Y LA HERENCIA.....</b>	148
La información genética .....	148
Del genotipo al fenotipo .....	149
Las proteínas .....	149
Ácidos nucleicos .....	150
Organización del ADN .....	150
Estructura y función del ADN .....	151
Estructura, tipos y función del ARN .....	152
Del gen al fenotipo .....	153
El proceso de meiosis .....	154
Fases de la meiosis I .....	154
Fases de la meiosis II .....	155
Importancia de la meiosis .....	156
Formación de gametas .....	156
Variación genética .....	157
<b>Actividades de integración</b> .....	158
<b>Autoevaluación</b> .....	159

<b>9 TECNOLOGÍAS REPRODUCTIVAS .....</b>	160
La posibilidad de tener hijos .....	160
La reproducción y la infertilidad .....	161
La reproducción .....	161
La infertilidad .....	161
Causas de la infertilidad .....	162
Infertilidad masculina .....	162
Infertilidad femenina .....	162
Reproducción asistida: técnicas de baja complejidad .....	163
Reproducción asistida: técnicas de alta complejidad .....	164
Obtención de gameto femenino .....	164
Inducción de la fecundación en el laboratorio .....	164
Incubación de los embriones .....	165
Transferencia de embrión a la madre .....	165
El debate en relación con las tecnologías reproductivas .....	166
Consideraciones éticas .....	166
Legislación sobre el acceso a las prácticas de reproducción asistida .....	168
Comentarios finales .....	169
<b>Actividades de integración</b> .....	170
<b>Autoevaluación</b> .....	171

<b>Enfoques.</b> La genética y la sociedad: el genoma humano, ¿otra promesa incumplida? .....	172
<b>Cerrar sesión.</b> Publicar en Internet .....	173

## TRABAJOS PRÁCTICOS

Trabajo práctico 1. ¿Los beneficios de la belleza? .....	174
Trabajo práctico 2. Observación de células vegetales .....	176
Trabajo práctico 3. El humo a debate .....	178
Trabajo práctico 4. Un criadero de mariposas: investigación sobre la herencia mendeliana .....	180
Trabajo práctico 5. Atrapá tu ADN .....	182



Estimado lector:

Mi intención es comunicarme brevemente con vos a través de unas pocas palabras, y desde mi pasión por la enseñanza de la Ciencia. Por eso acepté colaborar con la prestigiosa Editorial SM en la revisión de este libro.

Vos y yo somos parte de un mundo repleto de productos de la indagación y el avance científico y tecnológico. El conocimiento de ciertos saberes básicos y relevantes de la Ciencia se ha convertido en una necesidad para todos.

Todos necesitamos utilizar la información científica para realizar opciones libres y justas ante las situaciones que se nos plantean cada día; todos necesitamos ser capaces de involucrarnos en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología; todos merecemos compartir la emoción y la personal realización que puede producir la comprensión de las leyes de la naturaleza y el respeto por la vida.

Ciertamente, aprender Ciencia te ampliará en el futuro las posibilidades de inclusión social y laboral, y facilitará la continuidad de tus estudios.

Decenas de carreras y profesiones, aun las que no pertenecen al área de las Ciencias, tienen fuerte demanda de personas calificadas, en especial en los países en desarrollo y emergentes. Una formación precaria en Ciencias implicará dificultades de inserción y ascenso en el mundo laboral y hasta cierta incapacidad para que puedas tomar decisiones racionales y personales, comprometidas y democráticas en procesos colectivos que son decisivos para tu vida y la sociedad, en el presente y en el futuro.

Estoy tratando de decirte que la intención no es formarte para que seas un especialista en Ciencias –tal

vez eso lo puedes decidir más adelante–, sino de contribuir a tu formación como ciudadano responsable a partir de la Ciencia y en conjunción con otros saberes. Esto significa aprender contenidos actualizados para que puedas adquirir ciertas competencias o capacidades que te permitan seguir aprendiendo y te den la posibilidad de tomar decisiones personales sobre cuestiones científicas y tecnológicas que importan a la sociedad.

El planteo de una concepción humanista de la Ciencia, como el que te presentamos en este libro, encuentra su justificación en una ciencia al servicio de todas las potencialidades de la persona. Esto significa que los conocimientos y los recursos científicos y tecnológicos estén al servicio del ser humano, aplicados eficazmente y con mayor justicia al crecimiento y al desarrollo de toda la sociedad, al respeto por la vida, al cuidado de la salud y del ambiente, al uso racional de los recursos naturales, a encauzar de manera más humana los procesos de industrialización y urbanización, a la cooperación entre los pueblos.

En este libro tratamos de poner a tu alcance diversas vías de acceso al conocimiento científico, recuperando las ideas que traés respecto del mundo natural y de la vida, invitándote a reflexionar sobre ellas y proponiéndote nuevas preguntas, nuevos cuestionamientos, para ofrecerte luego algunas explicaciones, utilizando las teorías y los modelos más potentes que ha desarrollado la Ciencia.

Creemos que vos te lo merecés.

Jorge A. Ratto

Miembro de la Academia  
Nacional de Educación

# INTRODUCCIÓN

## CIENCIA Y SOCIEDAD

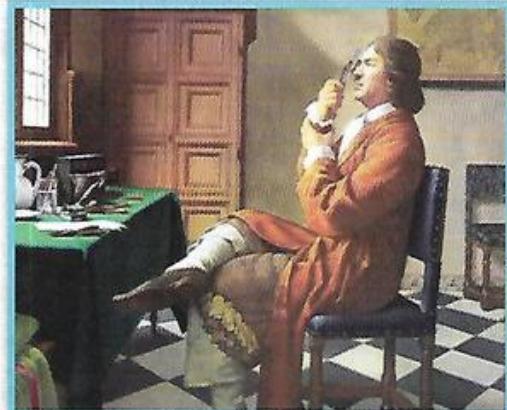
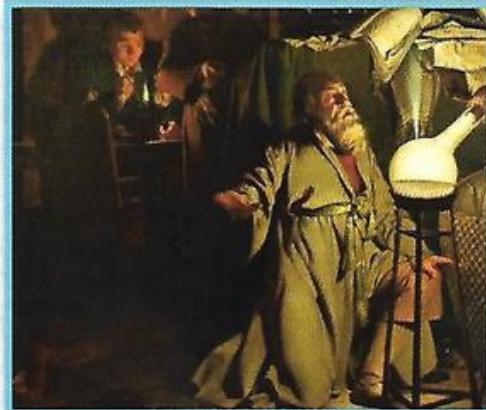
SUELLE CREERSE QUE EL CONOCIMIENTO PRODUCTO DE LA CIENCIA ES INCUESTIONABLE Y EXACTO Y QUE TODO LO QUE ES CIENTÍFICO ES NECESARIAMENTE BUENO Y SEGURO. LA FRASE *PROBADO CIENTÍFICAMENTE* SUELLE INSPIRAR CONFIANZA, Y CREEMOS QUE LAS COSAS NO PUEDEN SER DE OTRA MANERA A COMO LAS DESCRIBE LA CIENCIA. ¿ES CORRECTA ESTA IDEA? ¿QUÉ RELACIÓN HAY ENTRE LA CIENCIA Y LA SOCIEDAD?

### LA CIENCIA, ¿PRODUCTO O PROCESO?

Habitualmente, leemos en las noticias de los diarios que la comunidad científica ha hecho un nuevo descubrimiento. Sin embargo, ¿cuántas veces nos hemos preguntado cómo se desarrolla el conocimiento científico? En general, observamos de la ciencia solo sus "productos", pero nada nos preguntamos acerca de cómo arriban los investigadores a ellos. Si queremos comprender qué es la ciencia, debemos recurrir a su historia, la de sus descubrimientos, propuestas y disputas. Entonces, la nueva pregunta que surge es la siguiente: ¿cómo debemos contar esa historia? O dicho con otras palabras: ¿qué elementos debemos tener en cuenta en la reconstrucción del proceso de descubrimiento?

La reconstrucción histórica del conocimiento científico permite desmitificar una imagen social de la ciencia que muchos de nosotros compartimos y que no refleja adecuadamente el modo en que ella se desarrolla. A su vez, nos muestra que el saber científico no está más allá de toda discusión y que el respeto que le debemos no debe basarse en una creencia de que el científico simplemente desvela (un velo es una especie de tela que cubre algo) verdades que se encuentran ocultas en la naturaleza. La ciencia, como toda actividad humana, no está exenta de equívocos ni de ciertos condicionantes sociales y culturales que influyen en aquello que el científico observa y dice acerca de los fenómenos naturales. Indagar y tratar de comprender cómo se vincula la ciencia con el marco social que la envuelve será el objetivo principal de la presente Introducción.

La historia de la ciencia nos enseña cómo se construye el conocimiento científico y cómo ese saber se relaciona con el contexto social donde se desarrolla la actividad científica.



## DIVERSAS MANERAS DE ENTENDER LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA

Hay diferentes formas de relatar el desarrollo de la ciencia, pero nos centraremos en dos de ellas. Para explicarlas recurriremos a una analogía; es decir, un hecho de otro ámbito que nos sirve de comparación. Si deseamos entender por qué Wolfgang Mozart (1756-1791) llegó a ser el gran compositor que fue, podemos entenderlo por medio de su talento natural, su capacidad de estudio, su esfuerzo personal o su notable creatividad. Sin dudas, tales aspectos, a los que llamaremos **internos**, contribuyeron al desarrollo de su genio musical. Pero también debemos decir que pertenecía a una familia de músicos, que su padre fue un gran tutor y maestro, que vivía en una sociedad aficionada a la música y que los músicos talentosos podían ganarse la protección económica de algún noble. Seguramente estos factores, a los cuales denominamos **externos**, también estimularon su genio musical. Pero ¿cuál de estos dos relatos es más apropiado: el **internalista** o el **externalista**? En realidad, ambos. Cada uno se centra en un aspecto particular del proceso, y no podríamos comprender la totalidad de la figura de Mozart sin considerar las dos interpretaciones.

El desarrollo de la ciencia también puede contarse de un modo internalista o externalista. En el primer caso, podríamos resaltar cuáles han sido las observaciones, los experimentos, las hipótesis o los intercambios de opiniones que llevaron a los científicos a elaborar ciertas explicaciones de la naturaleza. Es decir, todo aquello que refiere a las prácticas propias de la comunidad científica. Pero, por otro lado, podríamos hacer hincapié en aquellas condiciones culturales y sociales que ciertamente influyeron en los investigadores y su labor. La ciencia es una actividad humana y, como tal, debe ser considerada y valorada dentro del marco político, social y económico que la envuelve. Así, si deseamos entender cómo y por qué la ciencia describe el mundo que nos rodea tal como lo hace, necesariamente debemos conjugar lo interno con lo externo a la comunidad científica.



Las condiciones socioculturales funcionan como "lentes" que condicionan lo que el científico observa y dice acerca de la naturaleza.



Mozart al piano, junto a su padre y su hermana.



El científico está influenciado por el medio sociocultural en que vive.

### ACTIVIDADES

1. En grupos, elijan un hecho científico que les interese e investiguen acerca de su descubrimiento. Intenten distinguir los aspectos internos y externos relacionados con él.

## LA CIENCIA COMO CONSTRUCCIÓN SOCIAL



Retrato de Euclides, uno de los matemáticos griegos impregnado de los miedos, valores y creencias de la Grecia clásica.



La cultura china antigua estaba dominada por la dualidad del yin y el yang, según la cual todo tiene su complemento opuesto, que a su vez se halla dentro de él mismo.

El hecho de poder brindar explicaciones externalistas de la ciencia demuestra que la actividad científica no es totalmente independiente de la cultura en la que se inserta. Pero ¿qué significa realmente que el contexto social influye sobre la ciencia? Entre otras cosas, que la imaginación y, por lo tanto, las interpretaciones de la naturaleza que brindan los investigadores se encuentran impregnadas de los valores, los prejuicios, las creencias y la visión del mundo de la sociedad en la que viven. El siguiente ejemplo, tomado de la matemática, ayudará a comprender el punto en cuestión.

Podría señalarse que la operación “ $2 + 2 = 4$ ” es verdadera en todos los casos, en todas las culturas, sin importar qué objetos uno esté sumando. Sin embargo, la historia nos muestra que, aun en la matemática, las cosas no son tan sencillas ni universales. Por ejemplo, la cultura de la Grecia clásica, a la cual le debemos gran parte del desarrollo de la matemática, temía al vacío, a la nada. Esta visión del mundo parece haber influido en que los griegos no conocieran el concepto numérico de *cero*. Es decir, si en el mundo natural no puede existir la nada o el vacío, en el mundo de los números no puede haber algo que represente la nada. Sin embargo, en la China ya se usaba desde hacía mucho tiempo la idea de *cero*. ¿Cómo explicamos que unos hayan propuesto este concepto y otros no? Pues bien, los chinos tenían una visión del mundo muy distinta de la de los griegos. Creían que todo cuanto existe debía tener su opuesto, su contrario. Bajo esta concepción, por ejemplo, el bien no puede existir sin el mal ni la luz sin la oscuridad. Y cuando estas fuerzas se enfrentan en iguales proporciones, se neutralizan mutuamente hasta desaparecer. En referencia al universo numérico, los números positivos debían tener su contraparte, es decir, los números negativos. Entonces, en la cultura china resultó natural que si uno enfrentaba un número positivo con su contraparte negativa, el resultado fuera su aniquilación mutua, lo que no es otra cosa que la nada, el *cero*.

El ejemplo presentado nos enseña que si bien las influencias culturales del científico no transforman la realidad que este estudia, sí intervienen en aquello que el científico aprecia o dice de ella. La sociedad puede obligar a que el investigador restrinja su mirada, y por lo tanto, toda descripción que este haga no puede comprenderse en su totalidad sin una referencia al contexto en que la ciencia se desarrolla.

Las Ciencias naturales tampoco están exentas de los condicionamientos sociales. Las descripciones de la fecundación biológica, proceso en el cual se unen las gametas femeninas y masculinas para formar un nuevo embrión, presentan un ejemplo interesante. Hace algunas décadas, el proceso se describía utilizando términos como “penetración”, “conquista”, o “despertar” del óvulo por el espermatozoide. Esta imagen de la fecundación refleja los estereotipos sexuales de una época anterior, según los cuales el hombre se presentaba como la figura privilegiada de la sociedad. Se suponía que él era el miembro activo de la pareja, quien debía trabajar y proveer los recursos para la familia. Hoy, en un momento en que se destaca la igualdad de género, la fecundación se describe en términos totalmente nuevos: no hay una gameta que “conquiste” o “despierte” a la otra, sino que las gametas se “funden” o se “fusionan” para generar el embrión. Estos nuevos términos están en consonancia con los estereotipos sexuales que comenzaron a imponerse en la sociedad durante los últimos años.

## EL PROBLEMA DEL MÉTODO CIENTÍFICO

A partir de lo que hemos dicho, queda claro que para comprender a la ciencia no alcanza con describir solo aquello que se espera que los investigadores realicen. Pese a ello, muchas veces se nos señala que la ciencia obtiene su conocimiento simplemente aplicando un **método científico**. Según esta postura, el conocimiento científico se construye a partir de una serie de reglas prácticas o pasos que el investigador debe seguir hasta obtener la explicación deseada, garantía de que el conocimiento obtenido será fiable y certero. Describiremos brevemente en qué consiste este método y luego reflexionaremos, sobre la base de lo mencionado en las páginas anteriores, si efectivamente la ciencia consiste solo en este método particular de conocimiento.

La opinión más aceptada acerca de la ciencia indica que ante una **pregunta** que un investigador plantea sobre un fenómeno natural, la comunidad científica propone una posible solución o respuesta denominada **hipótesis**: una explicación temporalia del fenómeno estudiado. A partir de esta hipótesis, derivan una serie de **predicciones**, o sea, hechos que deberían suceder si la hipótesis fuera correcta. Luego, los científicos realizan **observaciones** o **experimentos** en los cuales analizan si las predicciones derivadas de la hipótesis se cumplen. Si los **datos** obtenidos de las observaciones o experimentos concuerdan con las predicciones, la hipótesis queda **confirmada**, es decir, se acepta, aun de manera provisoria. Si los datos obtenidos no concuerdan con las predicciones, se **rechaza** la hipótesis y se plantea una nueva. Las explicaciones que resistan el paso del tiempo serán consideradas **teorías** cuyo grado de aceptación es total dentro de una comunidad científica.

¿Es este el fin de la historia? Por el contrario, es el inicio, y apenas un inicio parcial. Basta recordar el ejemplo de Mozart o el del concepto de cero para entender que la cuestión no está cerrada, ya que la descripción tradicional del método científico no tiene en cuenta los factores externos que condicionan toda la actividad científica. Decir que la ciencia es simplemente la aplicación de un método particular de obtener conocimiento es limitarse a los aspectos internos del proceso, lo cual brinda una explicación incompleta de la naturaleza de la ciencia.

## DESCRIPCIÓN TRADICIONAL DEL LLAMADO “MÉTODO CIENTÍFICO”

### EL MÉTODO CIENTÍFICO



*La escuela de Atenas*, de Rafael Sanzio. Para entender a la ciencia es necesario “mirar” también qué ocurre fuera del ámbito científico.

### ACTIVIDADES

1. Piensen ejemplos de teorías sostenidas en la actualidad que hayan sido alcanzadas por el método científico tradicional.
2. ¿Por qué creen que el método científico no es el “fin de la historia”?

## ¿QUÉ ES, ENTONCES, AQUELLO QUE LLAMAMOS "CIENCIA"?

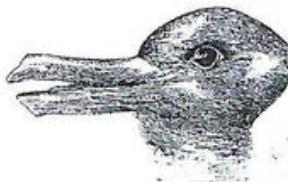
### LA CIENCIA

es una

CONSTRUCCIÓN  
SOCIAL

por ello no es

OBJETIVA,  
NEUTRAL NI  
CERTERA



¿Observan un pato o un conejo? ¿O ambos? Sociedades más familiarizadas con uno u otro realizarán observaciones diferentes.

Estamos ahora en condiciones de pensar en profundidad qué es la ciencia. Para empezar, diremos que la ciencia es una actividad humana que busca comprender fenómenos naturales. Para ello, formula explicaciones y las somete a una **verificación empírica**, es decir, las pone a prueba mediante observaciones y experimentaciones para corroborar si lo que dicen acerca de la naturaleza es probablemente cierto. Decimos "probablemente cierto" porque no hay garantía alguna de verdad en las afirmaciones científicas. El recorrido realizado hasta aquí nos permite entender por qué, ya que desmantela esa visión del conocimiento científico como algo inevitablemente **objetivo, neutral, certero** y que consiste únicamente en la aplicación del "método científico".

- **¿Por qué el conocimiento científico no es objetivo?** Objetivo es aquello que no depende de la manera de pensar o sentir de una persona. Si la ciencia construyese un saber objetivo, este no dependería de la época ni de las condiciones socioculturales. Y esto no es posible ya que las concepciones y los valores sociales y los conocimientos que en un momento dado posee cierta disciplina científica condicionan la forma en que un científico observa la realidad y cómo interpreta eso que observa.
- **¿Por qué el conocimiento científico no es neutral?** Alguien o algo neutral no tiene preferencias por una opción de entre varias. Así, la neutralidad significaría que el investigador realiza las observaciones o experimentaciones sin una opinión previa de lo que espera o desea obtener como resultado. Si bien muchas veces esta predilección se da de manera inconsciente, no significa que no exista. Sin dudas, las creencias de los científicos inciden sobre las observaciones realizadas.
- **¿Por qué el conocimiento científico no es certero?** La certeza implica un conocimiento necesariamente verdadero de algo, que no puede ser falso. La ciencia no puede afirmar que sus teorías constituyan la verdad absoluta; esto es algo que todo científico sabe. Pero esto no quiere decir que las teorías científicas sean "falsas", sino solo que son verdades provisionales, que luego serán modificadas en mayor o menor grado, o reemplazadas por otras teorías conforme avance el conocimiento.

En conclusión, la ciencia es una actividad humana que logra brindar explicaciones de los fenómenos naturales, y tales explicaciones no son independientes de las condiciones socioculturales dentro de las cuales se desarrolla dicha actividad, ni tampoco pueden comprenderse solo en virtud de un método científico universal. A pesar de ello, la verificación empírica de sus enunciados otorga cierta fiabilidad y confianza que no presentan otros tipos de conocimiento del ser humano.

Las condiciones socioculturales, representadas por los lentes, moldean y condicionan lo que el investigador percibe o dice de la naturaleza.



Naturaleza

## LAS TEORÍAS EVOLUTIVAS Y LA NATURALEZA DE LA CIENCIA

En este libro la evolución de los seres vivos es uno de los temas principales. Si bien hoy es ampliamente aceptado que los organismos cambian generación tras generación, esto no siempre se ha visto de este modo. No profundizaremos aquí en las teorías anteriores a la teoría evolucionista aceptada en la actualidad, sino que nos limitaremos a mostrar la relación estrecha que mantuvieron estas explicaciones con las visiones dominantes de las sociedades en que fueron elaboradas.

Una de las preguntas centrales que se hicieron los científicos de fines del siglo XVIII fue si los seres vivos fueron siempre como se los veía o si, por el contrario, cambiaron a través del tiempo. Esta pregunta tuvo diferentes respuestas. Algunos consideraban que las especies no cambiaban con el tiempo sino que permanecían iguales. Otros creían que los seres vivos sufrían cambios con el paso de las generaciones. La controversia entre estos grupos duró varias décadas, hasta que finalmente se impuso, no sin oponentes, la idea de que los seres vivos evolucionan. ¿Por qué un hecho que hoy nos resulta tan evidente no lo era hace solo un par de siglos? Si queremos comprender esto, debemos atender al contexto sociocultural de la época y tratar de entender cómo se relacionan las dos posturas con sus ámbitos sociales, más allá de sus propuestas.

El análisis de la historia y el desarrollo de la ciencia teniendo en cuenta las condiciones del contexto de la época en que se propuso cada idea se denomina **historiografía diacrónica**. Pero a veces, científicos e historiadores cometen el error de interpretar el pasado a la luz del conocimiento actual. Así, muchas ideas que tenían sentido para la época en que se desarrollaron suelen ser ridiculizadas porque hoy se consideran erróneas. A tal modo de contar la historia, que considera al pasado como un presente incompleto o simplemente erróneo, se lo denomina **historiografía anacrónica**.

En este libro se adopta la postura diacrónica, valorando siempre la importancia que las ideas científicas tenían en cada época, sean o no aceptadas en la actualidad. Por ejemplo, Jean Baptiste de Lamarck y Charles Darwin propusieron teorías evolutivas distintas. La de Lamarck resultó errónea, pero fue muy importante porque tuvo el mérito de introducir la idea de que los seres vivos evolucionan, cuando la sociedad creía lo contrario. La teoría de Darwin, a más de 150 años de su formulación, aún se considera correcta y se valora como una de las teorías más importantes de la historia de la biología, aunque no basta para explicar por completo el fenómeno de la evolución.



Retrato de Herbert Butterfield, crítico de la historiografía anacrónica. Según él, tal perspectiva expulsa de la historia de la ciencia a las teorías que resultaron "erróneas" a la luz del conocimiento científico posterior.



Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829).



Charles Robert Darwin (1808-1882).

### ACTIVIDADES

- Expliquen la diferencia entre la **historiografía diacrónica** y la **anacrónica** de la ciencia. Busquen ejemplos.
- ¿Creen que la génesis de las teorías evolutivas es un ejemplo claro y adecuado de la relación ciencia-sociedad? ¿Por qué?

## LAS IDEAS EVOLUTIVAS EN CONTEXTO



*La Libertad guiando al pueblo* (1830), pintura del francés Eugène Delacroix. La mayoría de la sociedad francesa de la época veía el cambio social como algo positivo y deseable.

A continuación se relatan ciertos aspectos de la gestación de las teorías sobre la evolución de los seres vivos. El desarrollo de estos temas es un claro ejemplo de la historiografía diacrónica, es decir, del análisis de la gestación y el desarrollo de las ideas científicas teniendo en cuenta el contexto en el que se enmarcan. Veamos de qué se trata.

### LA SOCIEDAD FRANCESA DEL SIGLO XVIII

Las primeras explicaciones científicas a favor del cambio en las especies de seres vivos aparecieron en Europa durante el siglo XVIII.

Por ejemplo, en Francia pueden encontrarse algunas teorías evolucionistas durante dicho período, en un contexto en que el pueblo francés comenzaba a subvertir el orden monárquico que reinaba en el país. La Revolución Francesa buscaba cambios de orden social, político y económico, y cuestionaba fuertemente que los gobernantes fueran elegidos por voluntad divina y que solo tuvieran derecho de gobernar las personas que pertenecieran a una familia de la realeza. Según las clases dominantes de aquella época, entonces, cada persona pertenecía a un grupo social determinado, sin posibilidades de cambiar para mejor.

Varios de los científicos que creían que los seres vivos cambiaban en el tiempo compartían la visión de la Revolución, y las ideas que formularon podrían verse en clara resonancia con el pensamiento de la revuelta. En el contexto de la sociedad francesa de aquel entonces, se comenzaba a creer que todo individuo podía superarse a sí mismo, mejorar y, por lo tanto, ser capaz de gobernar. Esta visión de lo social, en que la propia estructura de clases se estaba transformando, moldeó la imaginación de los investigadores en el momento de interpretar la naturaleza de los seres vivos. Por supuesto que para corroborar que los seres vivos se transforman con las generaciones, fue necesario coleccionar gran cantidad de observaciones, pero la idea de *cambio* se había instalado en la cabeza de los científicos.

El hecho de que un cambio social haya inspirado ideas acerca de la naturaleza no solo permite ver cómo lo social repercute en el desarrollo de las teorías científicas, sino que también nos muestra cómo la estructura y las relaciones sociales intervienen en la aceptación de estas teorías. No todo investigador estuvo de acuerdo con la idea de que los seres vivos cambian. En particular, no lo estuvo un grupo de naturalistas de mucho renombre y próximos a la monarquía francesa de la época, la cual veía en las ideas de los científicos evolucionistas una amenaza para su propia posición social. Este enfrentamiento entre diferentes sectores parece haber contribuido durante varios años a que no se aceptara la noción de transformismo de los seres vivos a través del tiempo.

Cabe insistir en un aspecto importante que no se debe perder de vista. La ciencia, en cuanto actividad social del ser humano, también está atravesada por cuestiones políticas. En ese sentido, muchos regímenes políticos de la historia han buscado en las explicaciones científicas ideas que legitimaran su derecho a gobernar. Además de las cuestiones propiamente científicas, esto parece haber estado en disputa en la época en que aparecieron las teorías evolutivas.



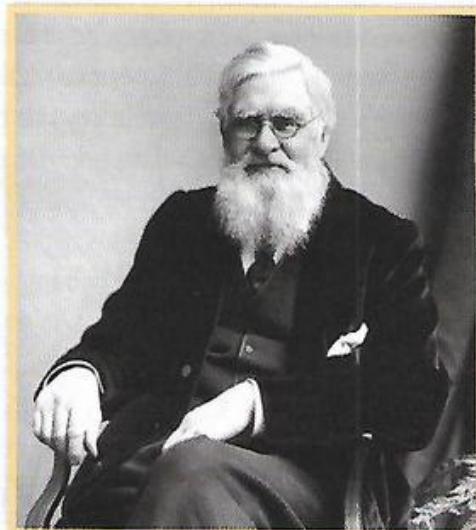
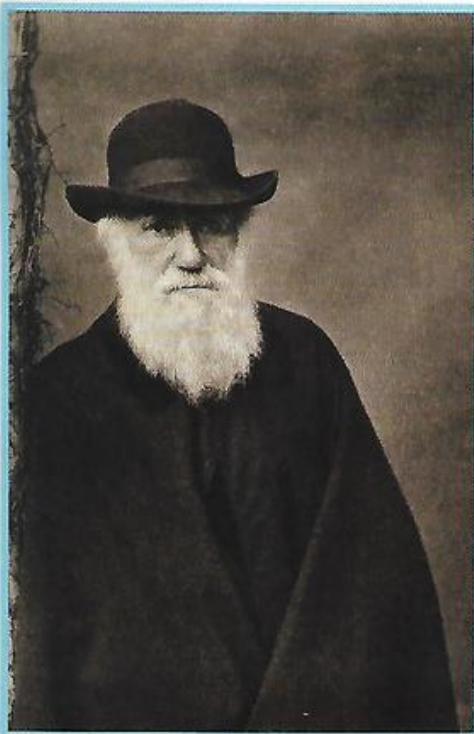
El francés Georges Cuvier fue uno de los naturalistas más importantes de los siglos XVIII y XIX. Estaba próximo a la monarquía y se opuso a las ideas evolutivas.

## LA SOCIEDAD BRITÁNICA DEL SIGLO XIX

Algunas décadas más tarde, unos naturalistas británicos llamados Charles Darwin y Alfred Russel Wallace arribaron a conclusiones bastante cercanas acerca de los cambios en los seres vivos, aunque propusieron una explicación distinta de cómo se producían tales cambios. De manera interesante, la clave para formular su teoría recibió una clara influencia de la concepción sobre la economía que predominaba en ese momento.

Sin entrar en los detalles de la teoría (los verán más adelante en este mismo libro), merece la pena destacar algunos aspectos de esta con relación a los factores socioeconómicos de la época. La Inglaterra del siglo XIX fue una de las sociedades más individualistas y de mayor competencia entre sus individuos de la Modernidad, en pleno auge del capitalismo. Fue en dicho contexto en que se desarrolló el pensamiento de los naturalistas, inspirados en una concepción de las relaciones sociales y económicas dominadas por la competencia. De esta manera, arribaron a una teoría que tenía ciertos elementos en común con la visión socioeconómica de la sociedad victoriana en la que vivían, es decir, la sociedad de Gran Bretaña durante gran parte del siglo XIX.

Podemos decir, entonces, que las teorías que buscaron explicar el cambio en los seres vivos no solo surgieron en virtud del razonamiento, la argumentación y las evidencias halladas, sino que también se basaron en la concepción económica y social dominante en la que estaban embebidos los pensamientos de los naturalistas, quienes interpretaron la naturaleza del mismo modo en que cualquier economista contemporáneo interpretaba las relaciones económicas entre los individuos. Esto parece mostrar, una vez más, la estrecha relación que presentan las creencias sociales con las explicaciones de la ciencia. La actividad científica es un proceso y una tarea colectiva que se encuentra inmersa en un mundo social que la condiciona y establece lo que es posible y lo que no para el investigador.



Charles Darwin (izquierda) y Alfred Russel Wallace (arriba) arribaron básicamente a las mismas ideas evolutivas sin intercambiar opiniones entre ellos. ¿Casualidad histórica o influencia sociocultural?

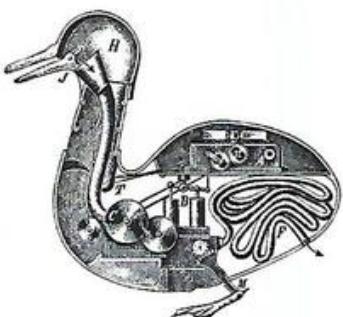


La interpretación del cambio en los seres vivos se entremezcló con las concepciones económicas capitalistas de la época victoriana.

### ACTIVIDADES

1. Investiguen y propongan otros sucesos históricos de la ciencia que estén estrechamente relacionados con los aspectos económicos del contexto en el que se desarrollaron.

## EL LENGUAJE DE LA CIENCIA



Pensar a los seres vivos como máquinas es una de las metáforas centrales de la biología contemporánea.

Muchas veces, los científicos acuden a ideas y nociones familiares para explicar lo desconocido, aquello nuevo que se presenta ante sus ojos. Las metáforas no son más que un medio de interpretar una cosa en términos de otra distinta. Pensemos en una metáfora muy común: se suele oír la frase "el tiempo es dinero". Aunque sabemos que el tiempo y el dinero son cosas diferentes, sin embargo, utilizamos nuestro conocimiento acerca del dinero para hablar y entender el tiempo. De esta manera, surgen expresiones tales como *ahorrar tiempo*, *invertir tiempo* o *gastar tiempo*, acciones todas propias del dinero. Si el tiempo no es algo que realmente poseamos como poseemos un objeto, ¿cómo es que posible que podamos ahorrar, invertir o gastar algo que no tenemos?

Precisamente, las metáforas nos permiten ver algo como si fuese otra cosa. Lo curioso es que, pese a saber que el tiempo no es verdaderamente algo que tengamos y que, por consiguiente, podamos perder, es común sentir que se " pierde" el tiempo cuando no se hace nada o cuando se lleva a cabo alguna actividad que se considera inútil.

### EL USO DE METÁFORAS EN LA CIENCIA

En la ciencia es común el uso de metáforas para facilitar la comprensión y la explicación de los fenómenos naturales. Las metáforas que surgen en un determinado período se relacionan con ideas y conceptos familiares para la sociedad en la que los investigadores viven. Las metáforas funcionan como "ventanas" que permiten conocer las características de la sociedad de la que surgen. Así, por ejemplo, expresiones correspondientes a las Ciencias sociales pueden pasar inadvertidamente al ámbito de las Ciencias naturales sin que el investigador sea siempre consciente de la transferencia.

Esto sucedió con algunas ideas centrales de la teoría de la evolución de Charles Darwin (que estudiarán en el capítulo 2), quien para describir lo que observaba en el mundo natural tomó conceptos de la economía y del hablar cotidiano de la sociedad victoriana en la que vivía. La época victoriana transcurrió a lo largo del siglo XIX en Inglaterra y se caracterizó por la Revolución Industrial y el gran desarrollo del capitalismo. Así, Darwin interpretó el mundo natural con los lentes de su época, y utilizó la idea de "competencia" para entender los cambios en los seres vivos. La libre competencia en el mercado fue y es uno de los pilares del capitalismo y Darwin creyó que los seres vivos también competían o "luchaban", al igual que los seres humanos en cuestiones económicas, por un espacio vital en la naturaleza, por el alimento y por otros recursos.

Las metáforas permiten relacionar conceptos y entender uno en función del conocimiento que tenemos acerca del otro. A la izquierda se presenta la forma general en que opera el mecanismo metafórico, y a la derecha se ejemplifica la metáfora "el tiempo es dinero".



## METÁFORAS EN ACCIÓN: EL DARWINISMO SOCIAL

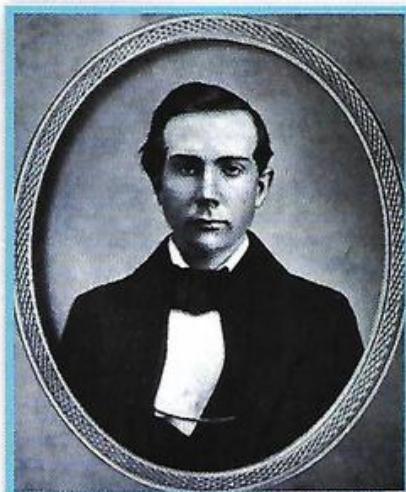
La compleja relación entre ciencia y sociedad no implica solo una transferencia de ideas o conceptos del ámbito social al ámbito natural. El vínculo involucra transferencias en ambas direcciones, y convierte a la ciencia también en una fuente de conceptos que utiliza la sociedad para comprenderse a sí misma.

Finalizando el siglo XIX, casi cuarenta años después de que Darwin formuló su teoría, una corriente de pensamiento denominada *darwinismo social* pretendió explicar la conducta humana y la estructura social a partir de las ideas de Darwin. Si en la naturaleza había competencia y lucha entre los organismos, entonces el ser humano, en tanto perteneciente a la naturaleza, debía estar sometido a las mismas leyes. Así, la teoría del naturalista inglés se utilizó para explicar, por ejemplo, por qué existe gente pobre y gente rica, o por qué algunas personas pertenecen a una clase social y no a otra. Desde esta perspectiva, algunos individuos estaban mejor capacitados para competir en lo económico en virtud de las características biológicas que habían adquirido durante la evolución. En este sentido, se utilizan las diferencias innatas entre los seres humanos para hacer pasar por naturales las desigualdades entre poblaciones o clases sociales.

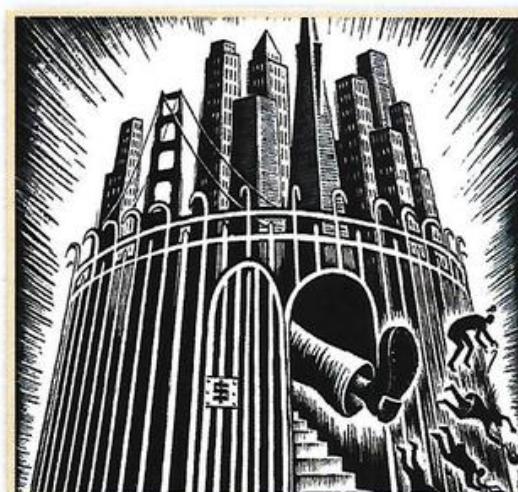
Podemos ilustrar lo dicho a partir de una reflexión de uno de los magnates del petróleo más importantes de los últimos tiempos y símbolo del capitalismo, John D. Rockefeller:

*La rosa de la belleza americana solo puede producir el esplendor y la fragancia que traen alegría a su espectador mediante el sacrificio de los demás brotes que crecen a su alrededor. Esto no es una mala tendencia en los negocios, se trata simplemente de la expresión máxima de una ley de la naturaleza y el mismo Dios.*

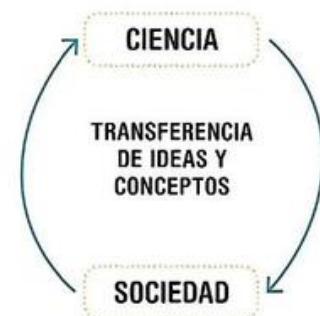
La frase de Rockefeller, célebre en la cultura estadounidense, apunta a considerar que la marginalidad y la pobreza de algunos sectores sociales son un hecho natural y no una perversión del sistema económico. Las clases sociales acomodadas (la rosa de la belleza americana) encuentran así una legitimación de su estatus social recurriendo a una teoría "natural". Vale la pena mencionar que una versión del darwinismo social fue también el fundamento del genocidio cometido por el nazismo en la primera mitad del siglo XX, en el que fueron asesinadas millones de personas por considerarlas "inferiores".



John D. Rockefeller, empresario defensor del darwinismo social.



El darwinismo social legitimó la pobreza apelando a la teoría de Darwin.



### ACTIVIDADES

1. ¿Por qué se dice que las metáforas que aparecen en el lenguaje científico son excelentes analizadores de lo que ocurre en el plano social?

## ¿QUÉ NOS PUEDE INFORMAR LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN ACERCA DEL SER HUMANO?



En 1980, Edward O. Wilson propuso que la naturaleza humana era básicamente un producto de la evolución biológica. Su obra generó intensos debates científicos y filosóficos aún vigentes.

El objetivo principal de esta Introducción es transmitir y fomentar una imagen más real y representativa de la ciencia (y del conocimiento científico), en contraposición a aquella que suele presentarla como una práctica desinteresada que no persigue otra finalidad que el propio conocimiento de la naturaleza y que produce un saber objetivo, neutral y certero. Dado lo que ahora sabemos acerca de la ciencia como construcción social, ¿es legítimo creer que la aplicación de la teoría evolutiva al ámbito social es una explicación natural de lo que ocurre en él? La respuesta es no, o al menos no totalmente. Como expusimos, las diversas teorías evolutivas fueron construyéndose no solo sobre la base de evidencias y razonamientos, sino en parte influenciadas por el contexto sociocultural en que se desarrollaron. Debemos, entonces, tener mucho cuidado cuando utilizamos el conocimiento de la naturaleza para comprender cuestiones referidas al aspecto social y cultural del ser humano, ya que las descripciones de lo natural están "contaminadas" precisamente por aquello que se busca explicar.

### ALGUNAS PREGUNTAS NECESARIAS

Entonces, inevitablemente, en este momento nos surgen muchísimas dudas y preguntas. Por ejemplo, ¿por qué deberíamos confiar en el conocimiento que brinda la ciencia? ¿Por qué deberíamos pensar y sostener que las teorías evolutivas tienen algo que decirnos acerca de lo que nos constituye como seres humanos?

Es muy importante que pensemos e interpretemos a la ciencia como un modo de interrogar a la naturaleza y a esta como un agente que "responde" de forma positiva o negativa si lo que el investigador dice es coherente con lo que ocurre en ella. Este es un punto muy importante que no debemos perder de vista: la naturaleza no "dice" que aquello que el investigador describe es real o verdadero, solo "dice" si se contradice o no con sus fenómenos y con sus procesos. Aun cuando lo social moldee las descripciones realizadas por los científicos, todavía queda por ver si lo que ocurre en la naturaleza es coherente con las descripciones y explicaciones realizadas. La verdad absoluta es algo que escapa por completo a las posibilidades de la ciencia: todo conocimiento científico aceptado debe considerarse una verdad provisoria, nunca definitiva. Sin embargo, ese contraste o puesta a prueba constante del conocimiento con la naturaleza y la utilidad que nos ha demostrado tener brinda un motivo de peso para considerar el conocimiento de la ciencia como algo valioso y necesario para el ser humano.

Otro elemento sumamente interesante que es importante tener en cuenta, y en torno al cual se desarrolla parte de esta Introducción, es esa especie de bucle o espiral con el que se puede describir la relación que se establece entre las explicaciones sociales y las naturales. Como mencionamos en más de una ocasión, la teoría evolutiva de Charles Darwin surge de una visión particular de la sociedad en la que él se educó y en la cual vivía. En ese caso, se transfirió un conocimiento social al dominio de lo natural. Luego, con la irrupción del darwinismo social, la teoría que era vista como algo meramente "natural" regresó al ámbito social reforzada por la creencia de que un conocimiento que proviene de la ciencia es seguro y certero.

## CONSIDERACIONES FINALES Y CONCLUSIÓN

En esta Introducción intentamos considerar el conocimiento científico de forma crítica. Esto no significa que la ciencia no tenga validez o no sea una forma apropiada de conocer el mundo. Por el contrario, presenta ciertas características, como la contratación constante de sus hipótesis con la naturaleza, que le brindan cierta rigurosidad y confiabilidad. El conocimiento científico se encuentra de alguna manera validado mediante observaciones, experimentaciones y juicios de la comunidad científica que avalan cierto cuerpo de conocimiento en un momento dado. Pero esto no debe llevarnos a pensar que la ciencia está exenta de equívocos, que su conocimiento es siempre certero y que solo surge de la observación objetiva y neutral de personas sin creencias, valores o prejuicios sociales. Tampoco es conveniente caer en los extremos y explicar la actividad científica solo de una forma internalista o externalista: se debe hacer conjugando ambos enfoques.

Cuando se recibe la noticia de un nuevo avance científico, es importante saber que este involucró un proceso complejo en el cual la imaginación social también participó de algún modo. La ciencia merece respeto como modo de conocer, pero nunca debe ser divinizada y descontextualizada, ya que así se corre el riesgo de creer que los científicos simplemente funcionan como "espejos" que reflejan de un modo fiel lo que ocurre en la naturaleza, que no pueden equivocarse y que lo que sostienen es infalible e indiscutible. De ningún modo esa concepción del conocimiento científico es apropiada.

Como conclusión, podemos decir que la ciencia es una construcción social y que, como tal, nos provee un saber que no puede escapar a los determinantes socioculturales e históricos que repercuten en su desarrollo. Así, podemos ver que el ser humano es a la vez un ser biológico y social, y aunque en algunos casos la biología pretenda explicar al ser humano solo como un ser natural, sabemos que esas descripciones están entremezcladas, influidas e, incluso, determinadas por lo social.



Para una comprensión completa de la ciencia, es necesario conjugar las explicaciones internas y las externas.

Diferentes concepciones acerca de la ciencia	
Según la visión tradicional, la ciencia...	Según una visión actual, la ciencia...
Equivale a sus productos. Es decir, la ciencia se interpreta solo como un cúmulo de conocimientos de la biología, la física, la química, la astronomía, etcétera.	Equivale tanto al proceso de construcción del conocimiento como a sus productos. Es decir, incluye a la comunidad científica, las prácticas científicas y los conocimientos científicos.
Es objetiva, neutral y certera. No es posible hacer juicios éticos acerca de la ciencia, ya que esta solo persigue el conocimiento desinteresado.	No es totalmente objetiva, ni neutral, ni certera. Es posible hacer juicios éticos sobre la ciencia, como los relacionados con los fines de una investigación o los métodos usados.
Describe la realidad tal cual es. Las investigaciones son completamente objetivas y no tienen ningún tipo de influencia externa.	Describe la realidad influenciada por factores socioculturales, por los conocimientos ya aceptados por la comunidad científica y por los intereses de la investigación.
Es universal, es decir que es exactamente igual en todo el mundo.	Puede ser localista y depender de la cultura particular en la que se desarrolla.
Depende únicamente de la aplicación de un método científico.	Depende de metodologías rigurosas pero también de factores externos a la ciencia.

CAPÍTULO

1

## ANCESTRO COMÚN Y BIODIVERSIDAD



BLOQUE

# EVOLUCIÓN DE LOS SERES VIVOS

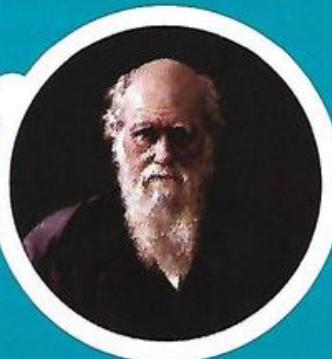
CAPÍTULO

2

## TEORÍAS Y PROCESOS DE LA EVOLUCIÓN



Concepciones fijistas y evolucionistas • Teoría del ancestro común • Observaciones que la teoría explica: existencia y distribución estratigráfica de fósiles, clasificación linnéana, homologías y semejanzas embriológicas entre organismos, distribución geográfica de especies vivas y extintas • Predicciones de la teoría: formas de transición en el registro fósil, semejanzas genéticas entre organismos emparentados • El árbol filogenético de la vida • Pérdida de la biodiversidad.



Adaptaciones de las poblaciones a su ambiente • Origen histórico de la idea de selección natural • Variabilidad, cambios ambientales y reproducción diferencial • Comparación entre la teoría de la selección natural y la herencia de los caracteres adquiridos • Comparación de las ideas de Darwin y Lamarck • Aproximación a la noción de especie.



INICIAR SESIÓN

DURANTE LA HISTORIA DE LA TIERRA LA VIDA PRESENTÓ UNA INCREÍBLE DIVERSIDAD. LA MAYORÍA DE LAS ESPECIES QUE ALGUNA VEZ EXISTIERON SE HAN EXTINGUIDO: LAS ACTUALES SON SOLO UN PEQUEÑA PARTE DE ELLAS. PERO TODOS LOS SERES VIVOS, ACTUALES Y PASADOS, COMPARTEN CIERTAS CARACTERÍSTICAS.

I



### ACTIVIDADES

1. Si todos los seres vivos de la historia de la vida comparten características, ¿tendrán alguna relación entre sí? Toda la vida, ¿tendrá un origen común?
2. ¿Las especies pueden, con el paso del tiempo, dar lugar a otras diferentes? Si es así, ¿de qué forma creen que sucede?
3. A partir de las respuestas que dieron a las preguntas anteriores, analicen los títulos y los contenidos de los capítulos del Bloque I y la información presentada en esta página. Luego, escriban un breve texto que describa lo que creen que estudiarán en este bloque.

## EL CAMBIO BIOLÓGICO Y EL CAMBIO CULTURAL

LA BIOLOGÍA ACTUAL EXPLICA EL ORIGEN Y LA DIVERSIDAD DE LOS SERES VIVOS MEDIANTE UNA TEORÍA QUE ATRAVIESA TODA LA TEMÁTICA DE ESTA DISCIPLINA: LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN. ES UNA CITACIÓN OBLIGADA EXPRESADA EN 1973 POR EL GENETISTA THEODOSIUS DOBZHANSKY: "NADA EN BIOLOGÍA TIENE SENTIDO EXCEPTO A LA LUZ DE LA EVOLUCIÓN". LA EVOLUCIÓN, EN CUANTO PROCESO NATURAL, ES UN HECHO; PERO TAMBIÉN ES UNA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA DE CÓMO SUcedieron LOS CAMBIOS EN LOS SERES VIVOS A LO LARGO DEL TIEMPO: ES UNA TEORÍA CIENTÍFICA QUE DA CUENTA DE PROCESOS NATURALES QUE OCURRIERON Y OCURREN EN EL MUNDO VIVIENTE.

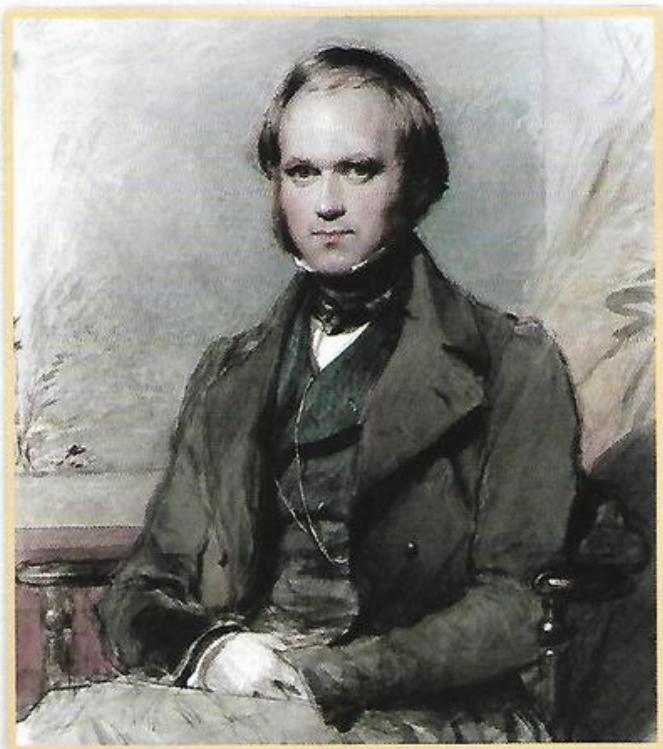
### ¿QUÉ ENTENDEMOS POR "EVOLUCIÓN"?

Podemos decir que la evolución es el cambio en las especies biológicas a través del tiempo, y se trata de un hecho real que no está en discusión entre los científicos. Estos acuerdan en que la teoría de la evolución sostenida en la actualidad es una descripción correcta de cómo ocurre la evolución y es tan confiable como, por ejemplo, la ley física de gravitación universal, enunciada por el inglés Isaac Newton en el siglo XVII. Basándonos en tal ley sabemos que cualquier objeto más denso que el aire caerá hasta alcanzar el suelo si lo soltamos. Con igual seguridad podemos asegurar que todos los seres vivientes que encontramos, por disímiles que sean, provienen de ancestros comunes en el pasado evolutivo. En el transcurso del tiempo, generaciones tras generacio-

nes de seres vivos han aparecido y desaparecido desde que se originó la vida en nuestro planeta. Los fósiles que podemos encontrar al estudiar los estratos geológicos que encierran registros del pasado permiten corroborar los procesos evolutivos que se han desarrollado desde hace unos 3.800 millones de años, cuando se cree que se originó la vida terráquea.

La evolución, además de un hecho, es una teoría científica, y puede adquirir varias formulaciones según nuevos datos descubiertos o según los aspectos que quiera enfatizar quien la enuncia al interpretar el hecho evolutivo. Así, si bien hay consenso respecto de que la evolución ocurre, persisten algunas discusiones acerca de cómo se da. Algunas formulaciones teóricas se han ido modificando desde que comenzaron a plantearse en el siglo XIX, y en especial, a partir de 1859, con la publicación del libro del inglés Charles Robert Darwin (1809-1882) *Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural, o la conservación de las razas favorecidas en la lucha por la existencia*. El propio Darwin introdujo modificaciones a su obra durante las seis ediciones que se publicaron durante su vida. La sexta edición de 1872 es la más difundida y fue traducida a numerosos idiomas como *El origen de las especies*.

Hoy, a más de ciento cincuenta años de la aparición de ese libro, se está de acuerdo en que la evolución ocurre porque existe una amplia variabilidad biológica en las poblaciones de las diferentes especies. Es decir que los individuos difieren entre sí en aspectos morfológicos, fisiológicos y comportamentales, producto de sus dife-



Retrato de Charles Darwin hacia la década de 1830, época en la que comenzó a afianzar sus ideas acerca de la evolución, que publicaría más de 20 años después.

encias genéticas. Sobre dicha variabilidad actúan las condiciones ambientales de la naturaleza, seleccionando a los individuos que presentan las características más aptas para la supervivencia en el ambiente. Esta *selección natural* sería el motor evolutivo del cambio biológico. A partir de la tercera década del siglo XX la teoría darwiniana de la evolución "incorporó" desarrollos y descubrimientos de la genética (que estudia la herencia) y de otras áreas de la biología, como la paleontología (que estudia los fósiles). El resultado de este proceso fue la denominada *teoría sintética de la evolución* o *teoría neodarwinista*. Para esta concepción, en términos genéticos, la evolución consistiría en los cambios de las características genéticas (genes) de las poblaciones a través de las generaciones, producto de las mutaciones al azar y la selección natural de los organismos que por sus genes presentan mayor capacidad de adaptación al ambiente.

## HERENCIA BIOLÓGICA Y HERENCIA CULTURAL

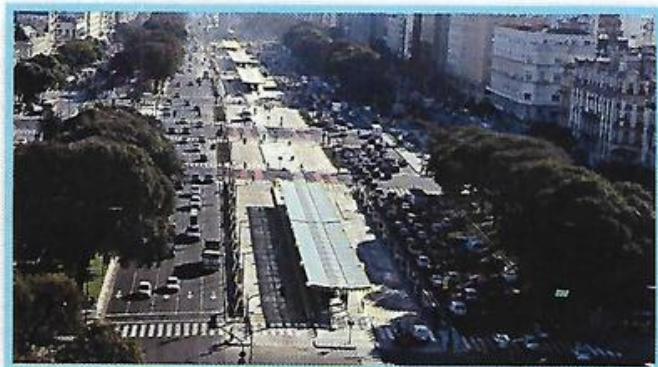
Los seres humanos, como seres vivos, también están sometidos a los procesos evolutivos; pero a su vez constituyen un caso excepcional. Nuestra especie se caracteriza

por transmitir, además de sus genes (herencia biológica), las experiencias sociales adquiridas en las interrelaciones entre los humanos y su ambiente (herencia cultural). De este modo, podemos concluir lo siguiente respecto de la evolución de la especie humana, en palabras del biólogo evolucionista español Francisco Ayala:

*Existen en la humanidad dos clases de herencia: la biológica y la cultural [...]. La herencia biológica es, en el hombre, semejante a la de los demás organismos dotados de reproducción sexual y está basada en la transmisión, de padres a hijos y por medio de las células sexuales, de la información genética codificada en el ADN. La herencia cultural, por el contrario, es exclusivamente humana y reside en la transmisión de información mediante un proceso de enseñanza y aprendizaje, que es en principio, independiente de la herencia biológica. La cultura no solo se transmite por la instrucción y la enseñanza, sino también por el ejemplo y la imitación, por medio de los libros, los periódicos y la radio, la televisión y el cine, a través de los objetos de arte y por cualesquiera otros medios de comunicación (Ayala, 1995).*



La diversidad de los seres vivos es producto de la evolución y la herencia biológica.



En la evolución de la humanidad intervienen la herencia biológica y la cultural.

## PARA CHARLAR Y DEBATIR

Lo planteado sobre la evolución humana nos lleva a pensar que la evolución cultural influye sobre la biológica, ya que a la selección natural de las características que favorecen la adaptación humana se sumarían las prácticas socioculturales que implican la selección artificial de ciertas variantes.

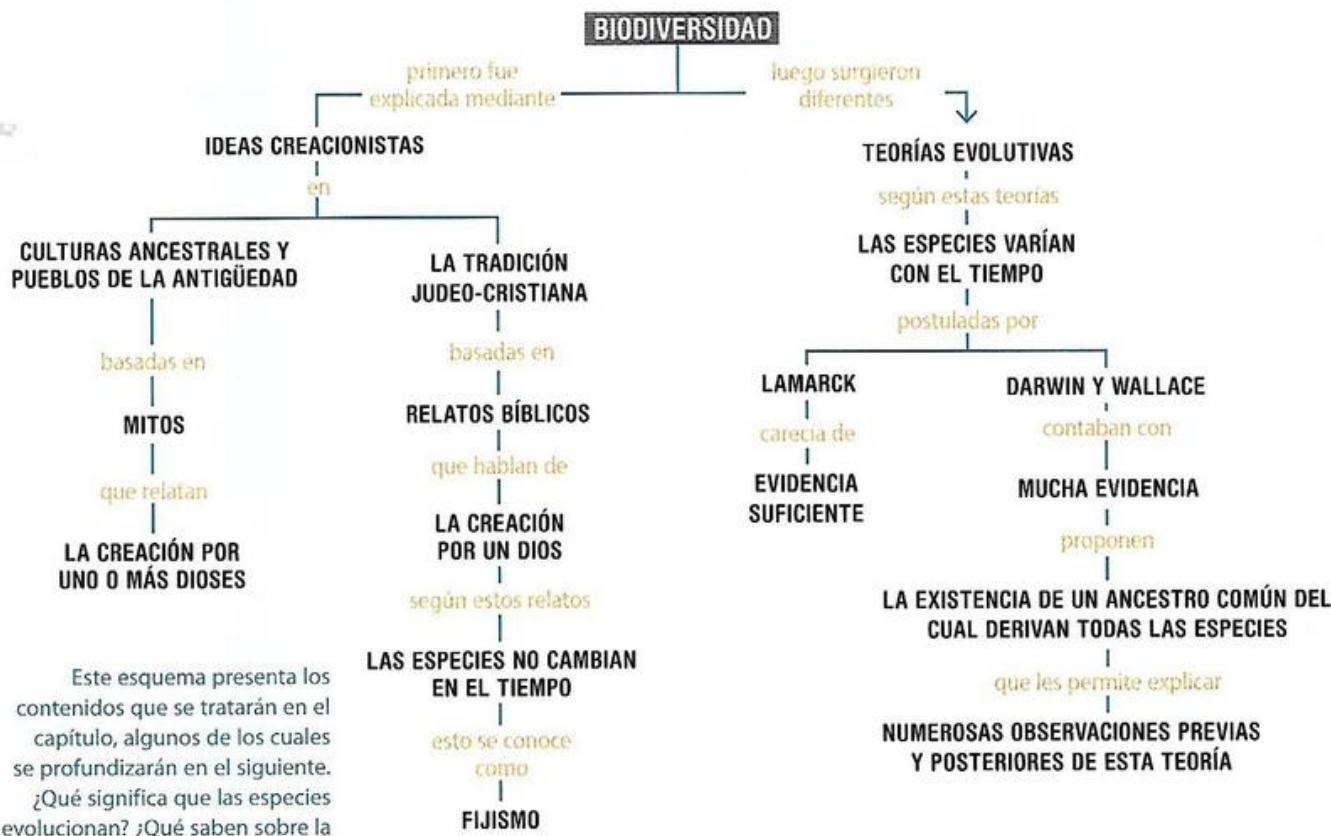
Así, en el caso de la humanidad, tanto la genética como la cultura actúan en forma conjunta para modelar la evolución humana, es decir, nuestro futuro como especie viviente de la Tierra. ¿Consideran que la medicina debería tener en cuenta tanto la herencia biológica como la cultural? ¿Por qué

# ANCESTRO COMÚN Y BIODIVERSIDAD

EL ORIGEN DE LA DIVERSIDAD DE LOS SERES VIVOS ES MOTIVO DE CURIOSIDAD DESDE LA ANTIGÜEDAD. CONOCER LA HISTORIA DE LAS IDEAS QUE INTENTARON EXPLICARLO PERMITE ENTENDER EL SURGIMIENTO DE LA TEORÍA ACEPTADA ACTUALMENTE, LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN. ESTA ES UNA CONSTRUCCIÓN CONJUNTA, PRODUCTO DEL CUERPO DE CONOCIMIENTOS DE SU ÉPOCA.

## UN ANCESTRO COMÚN A TODOS LOS SERES VIVOS

Teniendo en cuenta una serie de observaciones que involucraban fósiles, distribución geográfica de especies, similitudes entre especies actuales y extintas, similitudes en la anatomía y el desarrollo de especies diferentes, el tiempo geológico, entre otras, Charles Darwin llegó a una conclusión que sería muy controvertida en su época: que toda la diversidad de seres vivos se originó de un ancestro común que evolucionó en diferentes especies. Es decir que existió un tipo original de organismo, una primera especie o grupo de seres vivos que con el paso del tiempo dio lugar a todas las formas de vida que existen o que alguna vez existieron.



## CREACIONISMO Y FIJISMO

Sabemos que la vida en nuestro planeta se caracteriza por una enorme diversidad de especies, pero, ¿cómo se originó esa diversidad? Desde los inicios de la humanidad, los seres humanos han intentado responder a esta pregunta. Como en todos los ámbitos del conocimiento, las explicaciones se relacionan con creencias, información previa, observaciones y análisis de evidencias. De manera que, en un principio, estas explicaciones se basaban en las creencias, pero a medida que se fueron acumulando las observaciones y la información, se desarrollaron teorías que les dieron sentido y coherencia.

Las culturas ancestrales y pueblos de la Antigüedad contaban con mitos sobre la creación del universo para explicar su origen, así como el de la Tierra, de las plantas, de los animales y de los seres humanos. La mayoría de estos relatos les atribuyen la creación a uno o más seres superiores (dioses). Las descripciones de tales eventos eran bastante generales, pero la mayoría coincide en un orden de creación desde organismos más sencillos hasta los seres humanos. A este tipo de explicaciones se las denomina **creacionistas**.

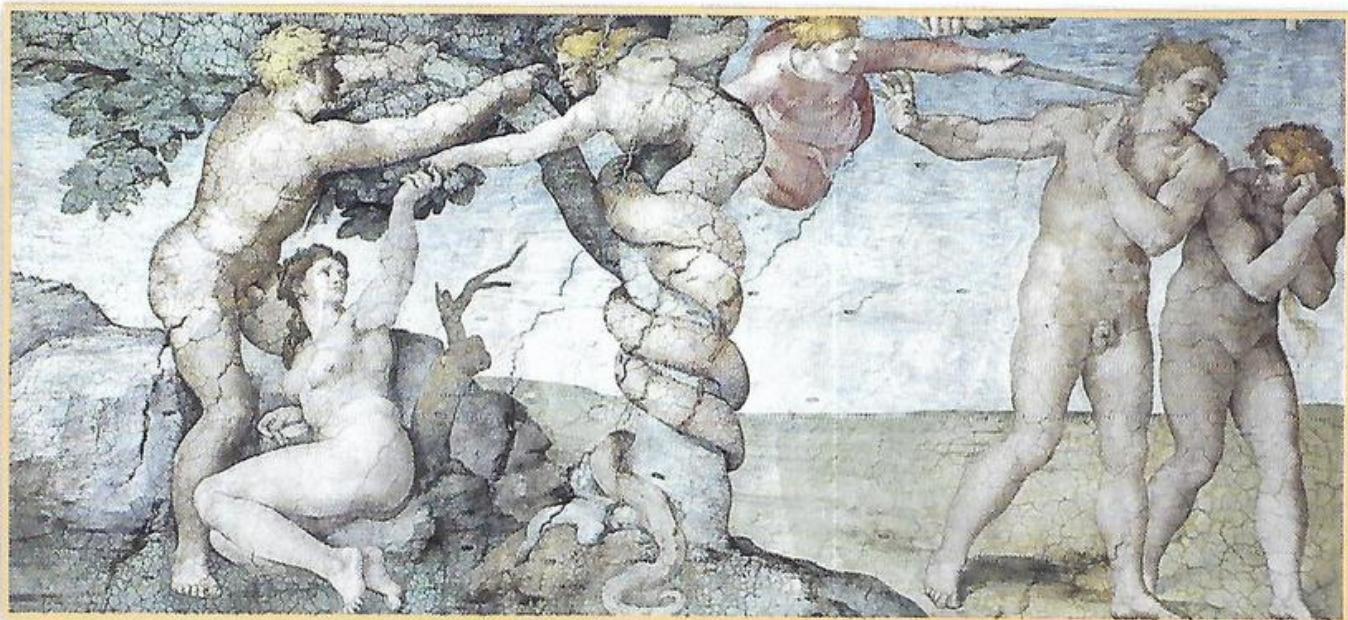
El creacionismo de origen judeocristiano, basado en el relato bíblico del Antiguo Testamento, postula que el Universo, nuestro planeta y todos los seres vivos que en él habitan, incluidos los seres humanos, fueron creados por Dios en un acto que duró seis días. Según esta creencia, todas las especies creadas permanecieron inalteradas desde su creación puesto que fueron concebidas con las adaptaciones necesarias para vivir en sus respectivos ambientes. Esta visión estática de las especies se conoce como **fijismo**.

El creacionismo es una corriente de pensamiento, y aun cuando en ciertos documentos se presenta como teoría, no corresponde a un cuerpo teórico o teoría científica en sentido estricto, dado que no hay forma de ponerla a prueba. La gran importancia político-social de la Iglesia católica en la historia de nuestra sociedad hizo que durante mucho tiempo la única idea aceptada para explicar el origen de la diversidad fuera la creación divina.



*Creación de Adán, escena pintada (1508-1512) en la bóveda de la Capilla Sixtina por Michelangelo Buonarroti.*

La idea de inmutabilidad de las especies se incorporó en la cultura judeocristiana a través de los relatos del libro del Génesis.



## LAS IDEAS EVOLUCIONISTAS



Anaximandro pensaba que los primeros organismos se habían originado en el agua y que luego pasaron a la tierra.

Existen registros de explicaciones para la diversidad biológica según las cuales esta se debe a los cambios que ocurren en los organismos. Estas ideas se conocen como **evolucionistas**. Las primeras explicaciones evolucionistas que se conocen corresponden a filósofos griegos como Anaximandro, que hace unos 2.400 años planteó que los primeros seres vivos surgieron del agua y del barro y que los seres humanos provenían de organismos semejantes a peces. Algunas de estas ideas fueron traspasadas a los romanos, pero la enorme influencia de la postura creacionista que ejerció Aristóteles sobre la historia de Occidente hizo que las ideas de evolución y cambio no prosperaran.

Posteriormente, con la conversión de los romanos al cristianismo, se inició la influencia de las ideas creacionistas de raíz bíblica en la sociedad occidental. Este pensamiento haría que las concepciones creacionista-fijistas dominaran el ambiente intelectual durante toda la Edad Media y el Renacimiento, incluso hasta el siglo XVIII.

Durante el siglo XVIII ocurrieron una serie de cambios sociales de raíz filosófico-intelectual que afectaron radicalmente la forma de pensar de las sociedades. En este período, las estructuras sociales, religiosas, mercantiles y políticas fueron cuestionadas, y esto hizo que cambiara nuestra forma de ver el mundo y a nosotros mismos.

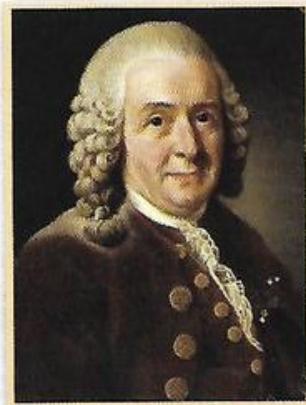
### LAS BASES DEL EVOLUCIONISMO

Curiosamente, quienes sentaron las bases intelectuales para un cambio hacia la visión evolucionista sobre el origen de la diversidad fueron pensadores partidarios de la concepción creacionista-fijista predominante en esa época, como Carl von Linné (1707-1778), Georges Louis Leclerc (1707-1788), conde de Buffon y conocido principalmente como "Buffon", y Georges Cuvier (1769-1832). Pese a que suscribían a las ideas creacionista-fijistas, realizaron aportes y observaciones que no encajaban con esa corriente de pensamiento.

Otros pensadores, por el contrario, opinaban que las especies podían cambiar con el paso del tiempo y de esta manera originar nuevas especies. Sostenían el concepto de escala de la naturaleza, en la que cada especie se encontraba en distintos escalones, y que especies "inferiores" podían generar especies "superiores". Pero ninguno aventuró una explicación sobre cómo podía ocurrir el cambio.

#### ACTIVIDADES

4. Expliquen con sus palabras qué significa que una explicación de la diversidad de los seres vivos sea "evolucionista".
5. Hagan una línea de tiempo con la información de estas dos páginas.



Carl von Linné



Conde de Buffon



Georges Cuvier

## EL EVOLUCIONISMO DE LAMARCK

Jean-Baptiste-Lamarck (1744-1829) fue el primero en postular una teoría coherente de la evolución biológica sobre la base del cambio de las especies y en proponer mecanismos explicativos para ese cambio.

Según Lamarck, existía en los animales una "voluntad" por medio de la cual se podía promover el desarrollo de una estructura u órgano a través de su uso, o su atrofia a través del desuso, principio que denominó **ley del uso y desuso**. También postuló que los organismos podían transmitir estas modificaciones a su descendencia; a este principio lo llamó la **ley de la herencia de los caracteres adquiridos**. La acumulación de estos cambios progresivos propiciaría las modificaciones observadas en las especies.

Lamarck fue atacado y desacreditado en su época por científicos creacionista-fijistas, pero sus ataques no se basaban en argumentos científicos sino religiosos. Los postulados de Lamarck se apoyaron en la mejor información existente en su época y en conceptos e ideas que tenían amplia aceptación en todos los círculos sociales. Esta teoría tuvo importantes repercusiones en los evolucionistas posteriores.



Jean-Baptiste Lamarck.

### TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN DE LAMARCK



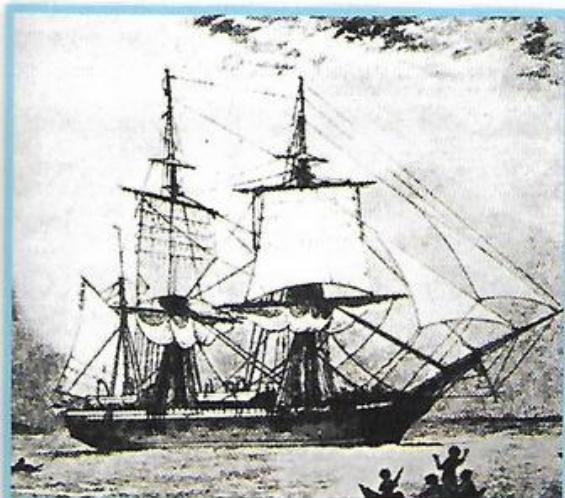
## EL EVOLUCIONISMO DE DARWIN Y WALLACE

Una de las mayores contribuciones al pensamiento evolutivo fue la de los naturalistas Charles Darwin (1809-1882) y Alfred Russell Wallace (1823-1913).

En 1859, en un libro extenso al que llamó *El origen de las especies mediante la selección natural o la conservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida*, Darwin anuncia una perspectiva revolucionaria con relación al origen de la diversidad de la vida. Con él puso en juego una visión del mundo que cuestionó creencias firmemente arraigadas durante milenios y logró dar sustento a una serie de observaciones que no podían ser explicadas desde un pensamiento creacionista-fijista.

En 1858, Alfred Russell Wallace había llegado esencialmente a las mismas conclusiones que Darwin con respecto al origen de las especies. El manuscrito de Wallace y un resumen de las ideas de Darwin fueron presentados en forma simultánea ante la comunidad científica, por lo que el crédito se les atribuye a ambos.

A continuación, se verá cuáles fueron las observaciones que existían hasta ese momento y de qué manera esta teoría permitió darles una explicación satisfactoria.



El origen modesto de Wallace y su teoría menos desarrollada quizás provocaron que sea menos recordado que Darwin.

Darwin recorrió el mundo en el buque *HMS Beagle*. Durante la travesía, hizo registros sobre la flora y fauna que observó.

## OBSERVACIONES PREVIAS A LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN

Antes de las ideas de Darwin y Wallace, existía un importante cúmulo de observaciones que resultaban aisladas o inexplicables y que solo cobraron sentido y coherencia bajo la luz de esta nueva teoría. A continuación se presentan esas observaciones.

### LA AGRUPACIÓN JERÁRQUICA DE LINNEO

Carl von Linné, más conocido como Linneo, propuso una clasificación de los seres vivos que parte de las plantas y se amplía luego a otros grupos. Se trata de un sistema jerárquico de clasificación aún en uso que se basa en las similitudes entre especies y las agrupa por categorías; luego, a esas categorías las agrupa en otras más abarcadoras y de mayor jerarquía, y así sucesivamente, como puede verse en la imagen que está a continuación. Pero, ¿por qué algunas especies comparten tantas similitudes y otras son tan distintas?



Categorías de clasificación para una animal y una planta según el sistema de Linneo.  
El nombre científico de un ser vivo incluye el nombre del género y el de la especie.



James Ussher.

### LA EDAD DE LA TIERRA

El arzobispo James Ussher (1581-1656) intentó estimar la antigüedad de la Tierra a partir de datos tomados del relato bíblico. Según sus cálculos el inicio de todo lo existente fue en el año 4004 a.C. Dado que Ussher poseía mucha credibilidad en su época, sus ideas tuvieron gran aceptación entre los investigadores y los religiosos de Europa.

En el siglo XVII, Buffon pensó que la Tierra se creó por un desprendimiento del Sol: al principio estaba muy caliente, pero con el tiempo se fue enfriando. Para calcular su antigüedad, calentó al rojo vivo esferas de hierro de distinto tamaño y anotó cuánto tardaban en enfriarse. Así, pensó, podría estimar el tiempo que tardaría en enfriarse una esfera del tamaño de la Tierra, lo que daría una idea de su antigüedad. Su resultado fue de 75.000 años.

En ambos casos, los cálculos arrojaron tiempos muy cortos que no permitían pensar que hubieran ocurrido grandes cambios. Hoy sabemos que la Tierra tiene 4.500 millones de años.

## REGISTROS FÓSILES Y UNA EXPLICACIÓN FORZADA

Ahora sabemos que los fósiles son restos del cuerpo o rastros de la actividad de formas de vida que ya no existen preservados en las rocas, pero antiguamente se desconocía su origen.

El naturalista danés Nicolaus Steno (1638-1686) postuló que los sedimentos se depositaron sobre la superficie terrestre y se consolidaron formando capas o estratos diferenciables, de manera que las capas inferiores resultan ser más antiguas que las superiores. Él pensaba que los fósiles tenían un origen orgánico y que se formaron junto con la roca que los contenía. Así, el estudio de la sucesión de estratos permitiría hacer una reconstrucción cronológica de la historia de la Tierra.

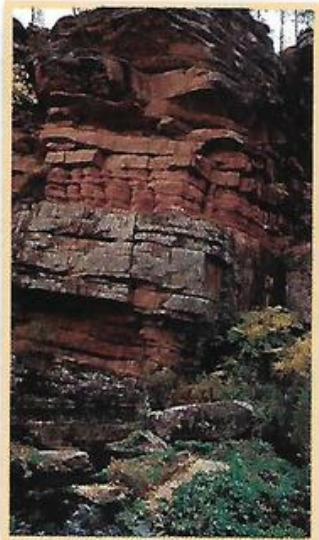
Robert Hooke (1635-1703), un renombrado físico, médico y geólogo inglés, apoyó estas ideas y observó que los fósiles revelan que en el pasado existieron formas de vida que hoy se encuentran extintas. Georges Cuvier, naturalista y zoólogo francés, coincidía en esto con Hooke. Cuvier tenía en claro que el registro fósil da cuenta de que la fauna ha cambiado notablemente en el transcurso del tiempo geológico. Sin embargo, dadas sus concepciones creacionista-fijistas, nunca concibió la transformación de las especies y explicó las extinciones de especies como el resultado de catástrofes naturales.

Según los estudios geológicos, era claro que la Tierra había sufrido grandes cambios en el pasado, y se hacía evidente que existía un aumento en los niveles de complejidad de los organismos con el transcurso del tiempo. Entonces, ¿cómo explicar estas observaciones si se pensaba que la Tierra tenía tan solo unos miles de años? En este contexto, la única explicación para semejantes cambios es que estos hayan sido súbitos y violentos.

## CUESTIÓN DE TIEMPO

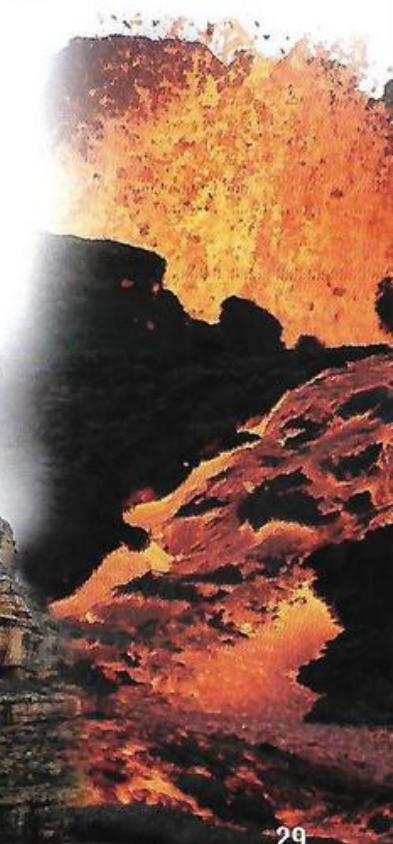
En 1795 James Hutton, un físico escocés, afirmaba que las fuerzas y procesos que dan forma a nuestro planeta hoy son los mismos que actuaron en el pasado. Hutton logró demostrar que los procesos geológicos se producen a lo largo de períodos extremadamente largos mediante la acumulación de pequeños cambios. Sir Charles Lyell (1797-1895) se ocupó de divulgar estas ideas en su obra *Principios de Geología*.

Lyell era amigo personal de Darwin y tuvo una gran influencia sobre su modo de pensar. Ante este nuevo panorama, los procesos evolutivos como motor de la diversidad biológica cobraron una nueva luz.



Observen los estratos: ¿en cuál de ellos esperarían encontrar los organismos más simples?

¿Cómo creen que los sucesos de estas imágenes cambian las características del planeta?



## DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE ESPECIES



Por lo general, las especies de regiones geográficas cercanas tienen más semejanzas entre sí que con aquellas de zonas apartadas. La existencia de patrones de distribución regional de animales y plantas bien diferenciados y característicos se consideraba una evidencia de la creación especial de especies adaptadas a su entorno.

Sin embargo, Darwin en su recorrido por Sudamérica encontró numerosas similitudes entre las especies de plantas y animales de las zonas tropicales y las de las zonas templadas, regiones con características diferentes. Se preguntó cómo era posible que especies muy parecidas, aunque no iguales, se encontraran en sitios tan distantes y con importantes diferencias ambientales. Al llegar a las islas Galápagos, próximas a la costa de Ecuador, Darwin observó con sorpresa que varias especies de pájaros pinzones eran muy similares a las que había visto en el continente. ¿Por qué las especies de las islas eran tan parecidas, pero no iguales, a las especies de la costa continental?

La acumulación de evidencias que contradecían la idea de la creación especial hicieron que Darwin pronto comenzara a ponerla en duda.



Pinzones de Darwin es el nombre con que se conoce a 14 especies de estos pájaros que el naturalista inglés descubrió en las islas Galápagos.

## RELACIONES ENTRE ESPECIES EXTINTAS Y VIVAS

Como parte de su viaje, Darwin recorrió el actual territorio argentino entre 1833 y 1835. En una de sus excursiones encontró fósiles de gliptodontes, cerca de la ciudad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. Darwin observó que estos grandes animales, ya desaparecidos, eran similares a los pequeños armadillos que habitaban esas áreas en el presente. La observación de que ciertas especies fósiles compartían características con especies vivas sugería que unas podrían derivar de las otras, pero contradiciendo la idea vigente en ese momento: que las especies no cambiaban con el tiempo.

Darwin observó la gran similitud entre el gliptodonte, organismo extinto que habitó en Sudamérica hace unos 10.000 años, y el armadillo, de similar distribución.



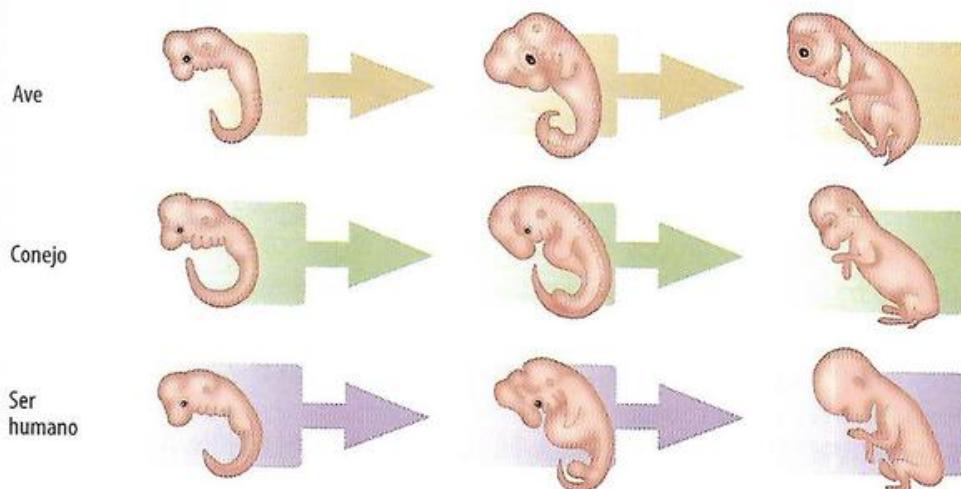
## PRESENCIA DE ÓRGANOS VESTIGIALES

Los órganos vestigiales son estructuras anatómicas con algún nivel de atrofia en el desarrollo, como las muelas del juicio, el apéndice, el coxis o el tubérculo de Darwin en humanos. ¿Cómo explicar que en especies diferentes haya vestigios de rasgos compartidos? Lamarck, en su teoría, lo explicaba como producto de la atrofia por el desuso.



## SEMEJANZAS EMBRIOLÓGICAS

El desarrollo embrionario es la serie de cambios que ocurren en el embrión desde la fecundación hasta el nacimiento. Muchos organismos en etapas tempranas de desarrollo presentan semejanzas que desaparecen conforme el embrión crece. ¿Cuál puede ser el motivo de estas semejanzas? Para varios evolucionistas predarwinianos, esto mostraba la historia evolutiva del organismo. Luego veremos el significado de este proceso.



El tubérculo de Darwin es un engrosamiento del borde de la oreja, vestigio de la punta de la oreja característica de ciertos mamíferos.

Semejanzas en el desarrollo embrionario de vertebrados.

## HOMOLOGÍAS Y ANALOGÍAS

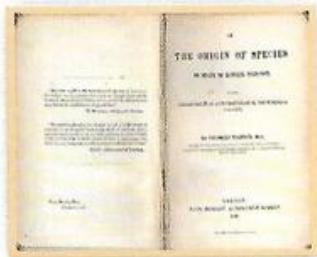
El estudio de la anatomía comparada permitió detectar la existencia de estructuras afines en diferentes especies. Estas pueden ser:

- **Homologías o estructuras homólogas:** son estructuras de diferentes especies que tienen un mismo origen embrionario, es decir, se desarrollan de la misma parte del embrión, por lo que tienen una estructura similar aunque sus funciones sean diferentes. Así, las alas de las aves, los brazos de las personas, las patas delanteras de un caballo y las aletas de un delfín tienen el mismo origen embrionario y una estructura interna similar, pero sus funciones son diferentes.
- **Analogías o estructuras análogas:** estas estructuras tienen un origen embrionario distinto y por lo general no son muy parecidas, pero comparten una función, como las alas de una mosca y las de un murciélago. ¿Cuál podría ser la explicación para la existencia de estructuras homólogas en diferentes especies? Owen, un destacado anatomicista, lo atribuía a las relaciones evolutivas entre las especies, es decir, a que estas especies que presentaban homologías debían tener un mismo origen evolutivo, no así las analogías. Pero esto fue motivo de acaloradas discusiones entre los anatomicistas predarwinianos.



¿Qué tipo de estructuras son las alas de la mariposa y las de un ave? ¿Por qué?

## TEORÍA DEL ANCESTRO COMÚN



Tapa de *El origen de las especies*, edición de 1859. En este libro Darwin postula la teoría del ancestro común.

Si bien la teoría de la evolución de Lamarck podía explicar buena parte de las observaciones mencionadas, carecía de evidencia sobre ciertos aspectos de ella y los mecanismos propuestos. En la época de Darwin, varios científicos y naturalistas ya manejaban la idea de un mundo con flora y fauna cambiantes, pero no existía una teoría lo suficientemente sólida como para explicar de qué manera y por qué mecanismos las especies habían cambiado. En su teoría de la evolución de las especies, Darwin propuso la **teoría del ancestro común**, que logró darle una estructura lógica a las observaciones de la época. Esta teoría sostiene lo siguiente:

- Las especies cambian con el tiempo, evolucionan, y ese cambio es heredable.
- El cambio biológico es gradual, y tarda mucho tiempo en producirse.
- Las especies están formadas por individuos que no son idénticos entre sí, es decir, que presentan variabilidad.
- Las especies descienden de un ancestro común.
- Las especies semejantes descienden de ancestros comunes más cercanos en el tiempo. Es decir, su separación es relativamente reciente. Las especies menos emparentadas tienen ancestros comunes más lejanos en el tiempo, los cuales se diversificaron en muchos grupos. En consecuencia, si seguimos remontándonos en el tiempo hallaríamos un único origen para todos los seres vivos.

Si bien estas ideas explican la naturaleza de los cambios evolutivos, no exponen los mecanismos por los cuales se producen, que serán vistos en el capítulo siguiente.

### LAS OBSERVACIONES PREVIAS A LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN, A LA LUZ DE LA IDEA DEL ANCESTRO COMÚN

En las páginas anteriores se desarrolló una serie de observaciones previas a la teoría de Darwin, las cuales no poseían un marco común desde el cual analizarlas, relacionarlas y organizarlas en un sistema coherente. Analicemos ahora estas mismas observaciones pero bajo el prisma de la teoría del ancestro común propuesta por Darwin.

El sistema de clasificación jerárquica de Linneo cobra sentido a la luz de la teoría del ancestro común: las especies pertenecientes a un mismo grupo descienden de un mismo ancestro, por lo cual comparten características morfológicas que las colocan en el mismo taxón. Cuanto mayores sean las similitudes entre taxones, mayor será la relación entre las especies y menor su divergencia en el tiempo.



Los cambios biológicos involucrados en los procesos evolutivos son graduales y extremadamente lentos; estos no podrían enmarcarse en un mundo regido por las catástrofes como el que teorizó Cuvier. Sin embargo, esta idea encaja perfectamente con las ideas gradualistas.



Bajo el prisma evolucionista, los patrones de distribución geográfica de las especies no solo resultan coherentes, sino que permiten explicar las posibles relaciones de parentesco entre especies. Al considerar la historia geológica de la Tierra, el análisis de estos patrones tiende a apoyar la existencia de la evolución.

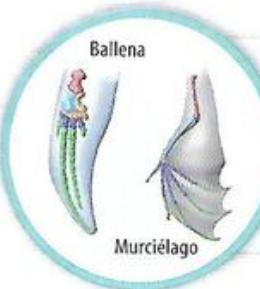
El registro fósil muestra un claro aumento en los niveles de complejidad de los organismos a través de la historia de la vida en la Tierra. Además, en muchos casos, tal como observó Darwin en la Patagonia argentina, existen semejanzas entre formas extintas y actuales. Es posible explicar estas observaciones mediante la existencia de relaciones de parentesco entre las especies.



Los órganos vestigiales muchas veces logran dar cuenta de relaciones entre especies lejanamente emparentadas; ciertos órganos pueden haberse reducido en tamaño, función o ambos, pero su presencia compartida indica un origen común.



Organismos tan diferentes como un anfibio y un mamífero tienen fases del desarrollo embrionario similares porque heredaron patrones de desarrollo de un ancestro común. Esto no indica que ese desarrollo muestre la historia evolutiva, pero apoya el concepto de la unidad del linaje (en este ejemplo, los vertebrados) y evidencia que las especies comparten un antepasado.



Darwin explicó las homologías como estructuras que derivan de un ancestro común, a partir de una característica inicial de este. En cambio, el término *analogía* significó para él una semejanza estructural debida a una misma función. Aquí hay una relación de la función con la forma; las formas se parecen porque tienen un origen funcional común. Las estructuras análogas no sirven para establecer relaciones de parentesco entre las especies.

## HERRAMIENTAS

### Ciencia e historia

La Ciencia es uno de los emprendimientos más trascendentales de la historia de la humanidad: nos permite conocer el mundo natural y se relaciona con cualquier aspecto de la sociedad y de la vida humana. La Ciencia tiene vínculos con el progreso social, la cura de enfermedades, la mejora en las condiciones de vida, etcétera; pero también con la guerra, la violación de los datos

personales, la contaminación. La Ciencia puede contribuir a un mundo más justo pero también a uno más injusto. Los métodos y conocimientos científicos cambiaron a lo largo de la historia y lo siguen haciendo. Estudiar esos procesos históricos es una de las mejores maneras de aprender temas de Ciencia, pero al hacerlo se debe contextualizar, es decir, tener en cuenta el contexto social y cultural cada época. No es correcto analizar y valorar los métodos y las ideas científicas de otras épocas a partir de los actuales.

## EL VALOR EXPLICATIVO DE LA TEORÍA DEL ANCESTRO COMÚN

Las teorías no solo deben servir para dar explicación a las observaciones previas a que se formulará una teoría, sino que deben permitir explicar observaciones posteriores aplicando esos mismos principios. A continuación, veremos cómo descubrimientos posteriores a la formulación de la teoría del ancestro común le dan más sustento a estas ideas.

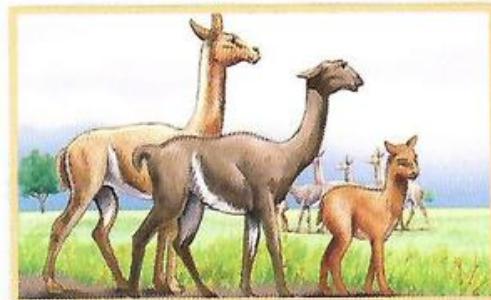


El puma habita desde Canadá hasta el estrecho de Magallanes; el macá tobiano, en cambio, solo vive en la provincia de Santa Cruz.

### LAS ÁREAS DE DISTRIBUCIÓN ACTUAL E HISTÓRICA

El **área de distribución** de una especie actual es el espacio geográfico que habita. Esta puede cubrir grandes extensiones, como en el caso del puma; o ser reducida, como lo es para el macá tobiano, ave que habita las lagunas de la meseta de Santa Cruz.

La distribución de una especie a lo largo del tiempo forma parte de su historia evolutiva. El estudio de los fósiles permite reconstruir parcialmente la distribución histórica de grupos de animales o de plantas relacionados evolutivamente con especies actuales. Por ejemplo, los camélidos surgieron hace unos 40 millones de años en América del Norte y se dividieron en varios géneros. Mucho después, algunos migraron a Asia y otros a América del Sur. También quedaron camélidos en América del Norte, pero se extinguieron hace 10.000 años. El grupo que pasó a Asia era del género *Paracamelus*, que luego dio lugar a los camellos actuales, y el que migró a América del Sur, hace tres millones de años, pertenecía al género *Hemiauchenia*. La evolución de los camélidos sudamericanos no se conoce con exactitud, pero se sabe que *Hemiauchenia* es el ancestro común de los dos géneros de camélidos sudamericanos actuales: *Lama* (llamas y guanaco) y *Vicugna* (vicuña).



*Hemiauchenia*, ancestro común de los camélidos sudamericanos.



Llama, una de las especies de camélidos sudamericanos actuales.

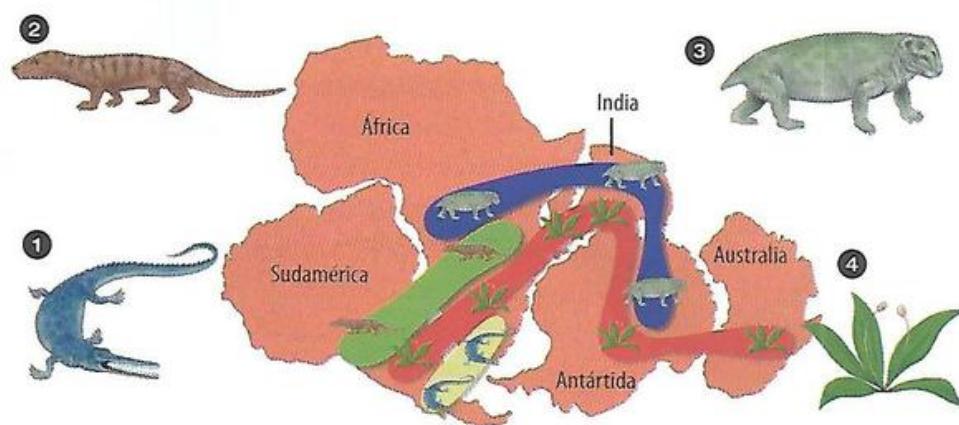
### LA INFLUENCIA DEL MOVIMIENTO DE LOS CONTINENTES

Existen mamíferos marsupiales que actualmente se encuentran en Australia, América y Nueva Guinea. Ninguno de ellos puede nadar grandes distancias; entonces, ¿cómo se explica esa distribución? Para ello es necesario considerar los cambios que sufrió la superficie de la Tierra a lo largo de la historia. Esto se comprende mediante la **teoría de la deriva continental**, propuesta por el alemán Alfred Wegener en 1915 y aceptada por la comunidad científica décadas después. Wegener planteó que los continentes se mueven lentamente y que hace más de 200 millones de años existió un continente único, Pangea, que se fracturó en dos grandes continentes: al norte, Laurasia (hoy Europa, Asia y Norteamérica), y al sur, Gondwana (hoy Sudamérica, Antártida, Australia y África).

Ingresen a [e-sm.com.ar/](http://e-sm.com.ar/) fáititas y expliquen, desde un punto de vista evolutivo, el parentesco de las aves que allí se presentan.

El movimiento de los continentes tuvo una gran influencia en los seres vivos: su lenta separación aisló especies terrestres, lo que favoreció que surgieran nuevas especies y se extinguieran muchos otros organismos. Los diversos fósiles que se encuentran en la actualidad permiten recrear la ubicación de estos continentes y sus condiciones ambientales en los diversos tiempos geológicos.

Así, la deriva continental permite responder algunos interrogantes sobre la distribución de ciertas especies emparentadas en continentes que hoy están separados. Por ejemplo, América del Sur y África en algún momento en la historia de la Tierra fueron parte del supercontinente Gondwana. Esto puede explicar ciertas similitudes entre especies en ambos continentes, cuyas diferencias se deberían a procesos de adaptación y cambio a través del largo tiempo en el que han estado separadas.



Se han encontrado restos fósiles comunes en casi todos los continentes del hemisferio sur, en África y en la India, lo cual es evidencia de la existencia de Gondwana.

- ① *Mesosaurus*: reptil acuático. Se han encontrado restos en Sudamérica y África de hace 270 M.a.
- ② *Cynognathus*: reptil terrestre de 3 m de longitud que vivió de 208 a 245 M.a. atrás. Se han encontrado fósiles en Sudamérica y África.
- ③ *Lystrosaurus*: reptil terrestre de la misma época que el *Cynognathus*. Se han encontrado evidencias en África, Antártida y la India.
- ④ *Glossipteris*: planta que se extendió por varios continentes. Se encontraron fósiles en Sudamérica, India, Antártida y Australia de hace 300 M.a.

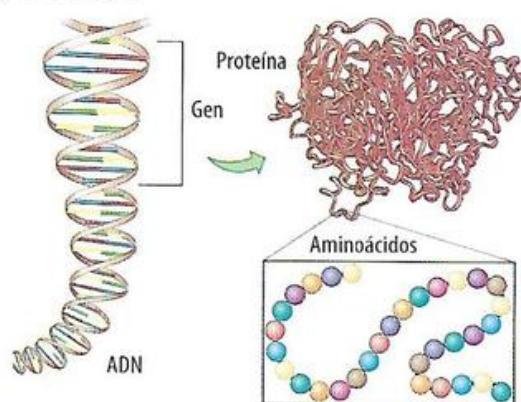
## EVIDENCIAS BIOQUÍMICAS

Avances recientes en la biología molecular permiten reafirmar la existencia del cambio evolutivo y conocer el parentesco entre especies.

Las proteínas son moléculas que posibilitan el desarrollo y el funcionamiento de un organismo y están formadas por diferentes unidades, llamadas **aminoácidos**. El orden o secuencia de los aminoácidos en la proteína determina su función. Las proteínas que resultan críticas para ciertos procesos biológicos, como la hemoglobina (que transporta el oxígeno en la sangre), tienden a permanecer invariables entre las especies, lo cual las convierte en un buen indicador de cambio evolutivo.

El **ácido desoxirribonucleico** o **ADN** constituye la base de la información genética de todos los seres vivos. Consiste en dos cadenas unidas, cada una de las cuales está formada por bloques, llamados **nucleótidos**, que están ubicados en una secuencia específica. El ADN posee **genes**, cada uno de los cuales es una secuencia de nucleótidos que tiene la información para producir una proteína concreta. Las alteraciones del orden de esa secuencia se conocen como **mutaciones**.

Existen técnicas que permiten conocer la secuencia de nucleótidos en el ADN, lo que es útil para dilucidar las relaciones evolutivas entre especies a partir de las similitudes de su material genético.



Estructura de una molécula de ADN y una proteína.

## PREDICCIONES DE LA TEORÍA DEL ANCESTRO COMÚN

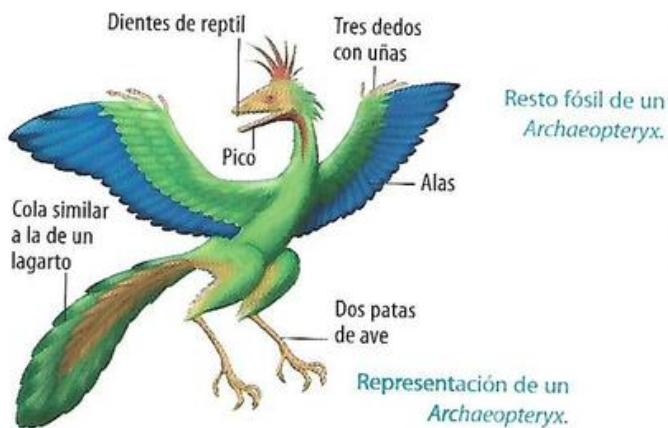


Se han hallado fósiles de otras especies de dinosaurios con plumas, que son ejemplo de fósiles de transición, como el de *Caudipteryx*.

Lo primero que se puede predecir de las ideas de Darwin es que deberían hallarse fósiles que muestren estados intermedios entre una forma ancestral y otra más reciente, llamados **fósiles de transición**. Veamos algunas evidencias de esto.

### ARCHEOPTERYX, NI DINOSAURIO NI AVE

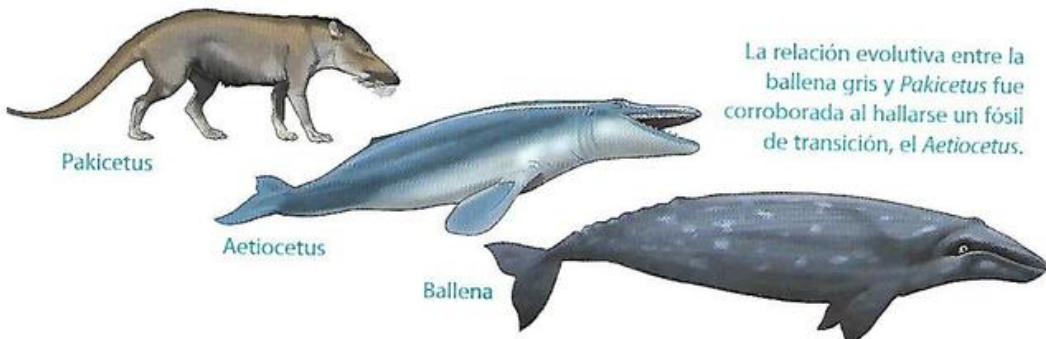
En 1861 se encontró en Alemania el primer fósil de *Archaeopteryx*, que tiene características de aves y de reptiles. En él se ven huellas de plumas muy similares a las de las aves actuales. Sin embargo, el *Archaeopteryx* se asemeja mucho más a ciertos dinosaurios por sus huesos, dientes y articulaciones, lo que evidencia una transición desde el grupo de los dinosaurios hacia el de las aves. Este hallazgo concuerda con la primera predicción de la teoría del ancestro común. *Archaeopteryx* es un fósil de transición porque muestra estados intermedios entre una forma ancestral y otra más reciente.



### LA EVOLUCIÓN DE LOS CETÁCEOS

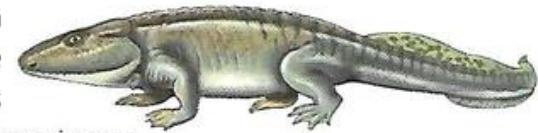
Los fósiles más antiguos indican que los cetáceos surgieron hace al menos 55 millones de años. Se cree que el *Pakicetus*, animal terrestre que se alimentaba de peces en la costa, fue uno de los antecesores de los cetáceos actuales. Su cráneo fósil posee huesos del oído interno similares a los de los cetáceos pero muestra orificios nasales en la parte delantera, típicos de mamíferos terrestres. La ballena gris, cetáceo actual, tiene dos orificios nasales en la parte alta de su cráneo. Si *Pakicetus* y la ballena gris pertenecen al mismo linaje, deben existir fósiles con una forma intermedia. Es el caso del *Aetiocetus*, cetáceo que vivió hace 25 millones de años, con orificios nasales en una ubicación intermedia entre la forma ancestral *Pakicetus* y la ballena gris actual.

- ACTIVIDADES**
1. Observen la imagen del *Archaeopteryx*: ¿qué características de él reconocen en las aves y cuáles de los dinosaurios? Expliquen por qué se trata de un fósil de transición.



## LA TRANSICIÓN ENTRE PECES Y ANFIBIOS

Una evidencia más de la existencia de estados intermedios entre una forma ancestral y otra más reciente es el descubrimiento de un fósil de transición llamado *Tiktaalik roseae*. Este organismo vivió hace 375 millones de años y constituye un posible intermediario evolutivo entre los peces y los primeros anfibios. Este fósil posee una mandíbula similar a la de un pez, branquias y escamas. Sin embargo, también presenta características de los primeros anfibios: la estructura de las costillas y un cuello móvil. Además, la estructura de las extremidades se asemeja a la de los primeros animales terrestres capaces de sostener el cuerpo en aguas poco profundas o incluso en la tierra. Esto sugiere que el *Tiktaalik* vivía en aguas someras y que, seguramente, podía respirar aire y caminar un corto tiempo en la tierra.

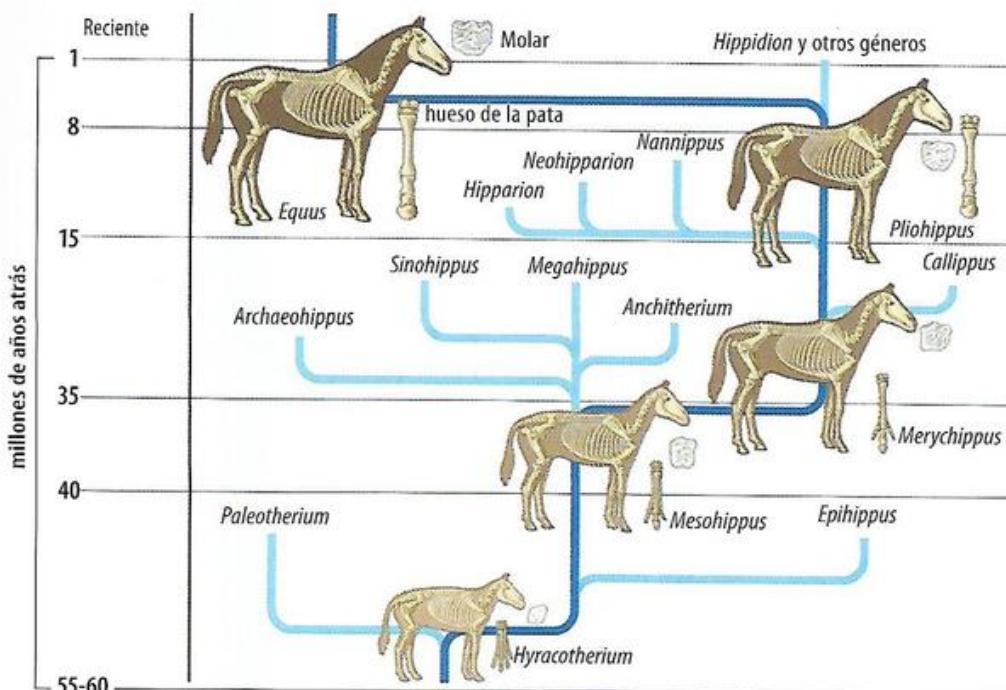


Los primeros anfibios compartían características con los peces de los cuales evolucionaron.

## LA EVOLUCIÓN DEL CABALLO

Las series de transición entregan información acerca de la secuencia y la forma en que ocurrieron los cambios. Los métodos de datación permiten estimar la antigüedad de los fósiles y con ello se puede calcular el tiempo que transcurrió entre las formas de transición. A la vez, permiten comparar fósiles de diferentes lugares y describir algunas de las condiciones ecológicas de los ambientes en los que vivían estas especies.

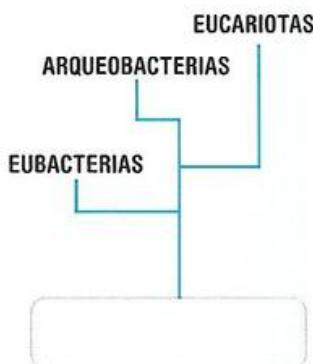
Uno de los casos mejor estudiados corresponde al de la evolución que dio lugar al caballo actual (género *Equus*). El registro fósil para esta especie abarca unos 50 millones de años. La evidencia indica que los caballos actuales habrían evolucionado a partir de herbívoros pequeños que posiblemente habitaban ambientes boscosos y se alimentaban principalmente de ramas. Entre los cambios anatómicos más importantes que pueden secuenciarse en los fósiles de transición están la reducción del número de dedos (de cuatro a uno) y el aumento de tamaño desde animales semejantes a perros de mediano tamaño hasta los caballos que conocemos actualmente.



Árbol representativo de la evolución del caballo y las relaciones establecidas según la evidencia disponible. Cuando una "rama" se corta, indica que ese linaje se extinguío.

## CONSTRUCCIÓN DEL ÁRBOL FILOGENÉTICO

Tanto los seres vivos actuales como los del pasado tienen un **ancestro común universal**, del cual todos descienden. Por ello todos comparten ciertas semejanzas importantes, como la estructura del ADN. Los avances en genética permiten profundizar el conocimiento de la historia de la vida. Mediante la técnica del **reloj molecular** se compara el ADN de dos especies actuales y, según las diferencias que presentan, se estima el tiempo transcurrido desde que ambas compartieron un ancestro.



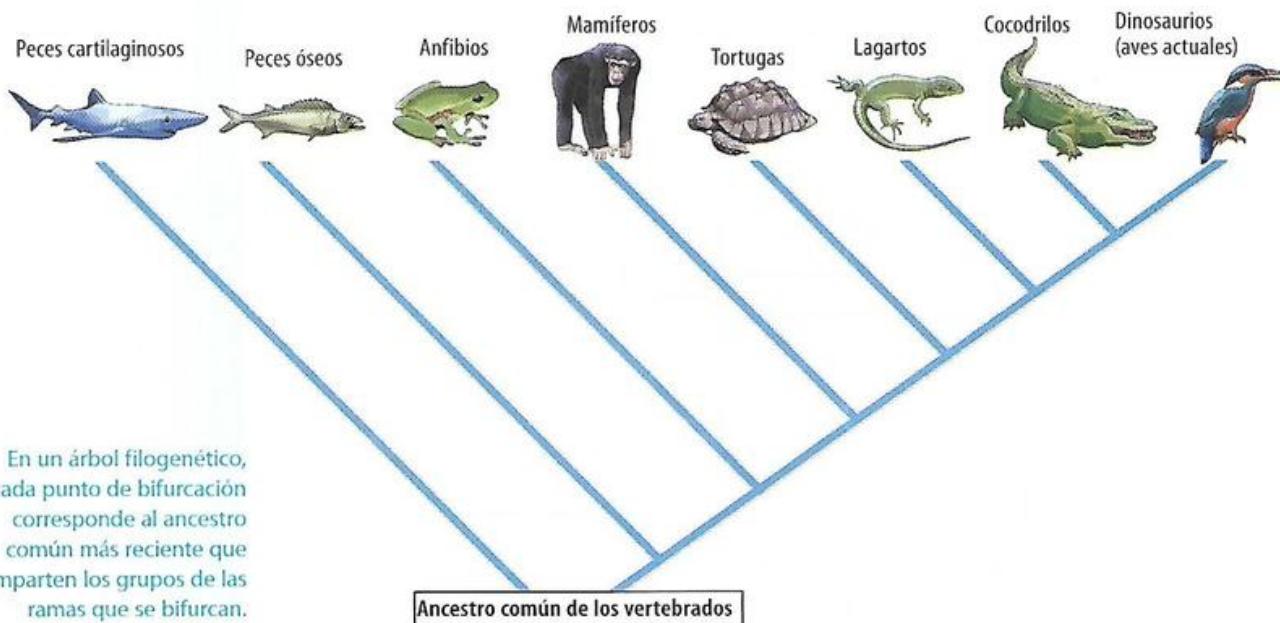
¿Cómo completarían la base del árbol filogenético de los seres vivos?

Los **árboles filogenéticos** son representaciones de hipótesis sobre el pasado de un grupo de organismos y el parentesco entre ellos. Se construyen con la información obtenida del estudio de los fósiles, y la comparación estructural, genética y molecular de los organismos. Actualmente, los seres vivos se clasifican en tres grupos:

- **Arqueobacterias.** Fueron quizás los primeros seres vivos en habitar nuestro planeta. Este grupo se encuentra actualmente en ambientes muy extremos, como las aguas termales, los géiseres o los lugares de alta salinidad.
- **Eubacterias.** Es un grupo que presenta una gran diversidad de formas; a él pertenecen la mayoría de las bacterias actuales.
- **Eucariotas.** Son todos los seres vivos constituidos por una o más células eucariotas, que son aquellas que poseen membranas internas, un núcleo celular con el material genético y diversas estructuras u organelas que cumplen distintas funciones. Los eucariotas se dividen, a su vez, en varios grupos: distintos grupos de protistas, formados principalmente por organismos unicelulares; hongos; plantas; y animales.

### ÁRBOL FILOGENÉTICO DE LOS VERTEBRADOS

El siguiente árbol filogenético muestra la historia de los vertebrados. Se ve, por ejemplo, que las aves tienen un ancestro común más cercano con los cocodrilos que con cualquier otro tipo de vertebrado. Por eso, estos grupos están más emparentados entre sí que con cualquier otro grupo de vertebrados.



## LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD

Hasta aquí se habló de la manera en que se originó la biodiversidad en nuestro planeta. La evolución a partir de un ancestro común que desencadenó semejante diversidad es el resultado de procesos que han llevado mucho tiempo y que se analizarán en el próximo capítulo.

Los registros fósiles indican que han existido cinco extinciones masivas en la historia de nuestro planeta, en las que han desaparecido un número muy grande de especies. Las causas de estas extinciones se han atribuido a la actividad volcánica, al impacto de asteroides, a los cambios climáticos, al cambio en el campo magnético terrestre, entre otras. Muchos biólogos consideran que actualmente nos encontramos en las puertas de la sexta extinción masiva, esta vez a causa de los seres humanos.

Las causas y consecuencias de la extinción de especies son complejas y surgen de las diversas interacciones entre ecosistemas, y de estos con las actividades humanas.

Algunos de los efectos de la acción humana que causan la desaparición de especies son: la modificación del hábitat, la contaminación ambiental, la introducción de especies exóticas en hábitats diferentes, la caza furtiva y el comercio de fauna silvestre.



El uso de pesticidas y herbicidas no discrimina el tipo de organismo que quiere ser controlado o exterminado.



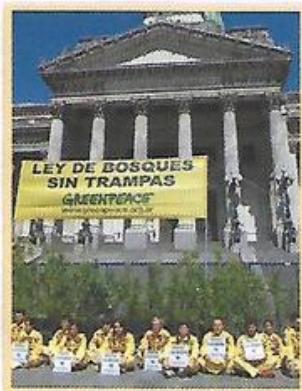
El uso de los recursos biológicos a una velocidad mayor de la que estos pueden recuperarse lleva a la pérdida de especies vegetales y animales.

## SOLUCIONES POSIBLES

Es posible minimizar el impacto nocivo si se adoptan las siguientes medidas:

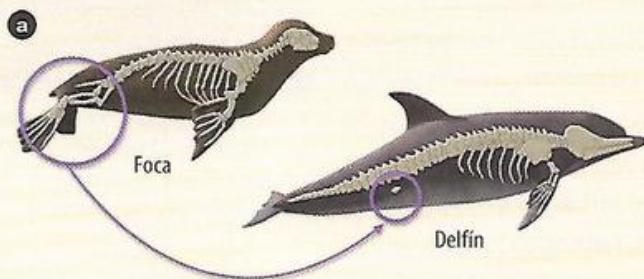
- Desarrollar programas que promuevan el desarrollo sustentable.
- Priorizar las prácticas agrícola-ganaderas que minimicen el impacto negativo sobre la población humana, el ambiente natural y los agroecosistemas.
- Cumplir con las leyes que protegen el ambiente.
- Es fundamental nuestra participación como ciudadanos interesados en proteger nuestra calidad de vida, lo que incluye el derecho a disfrutar un ambiente sano y la obligación de cuidar el patrimonio natural y su biodiversidad.

La educación, en todas sus áreas, es fundamental para modificar hábitos contrarios a este objetivo. Solo si se generan cambios positivos tendremos más y mejores oportunidades de proteger la vida en todas sus expresiones.



Existen organizaciones que se ocupan de concientizar a la población sobre la necesidad de preservar algunos ambientes.

1. Observen las siguientes imágenes e indiquen a qué observaciones corresponden y, luego, expliquen con sus propias palabras de qué manera la teoría del ancestro común logra darles una explicación:



Vestigios de patas traseras.



2. ¿Cómo explicarían que científicos como Linneo, Buffon y Cuvier sean considerados como quienes sentaron las bases del evolucionismo, si ellos se identificaban como creacionista-fijistas?

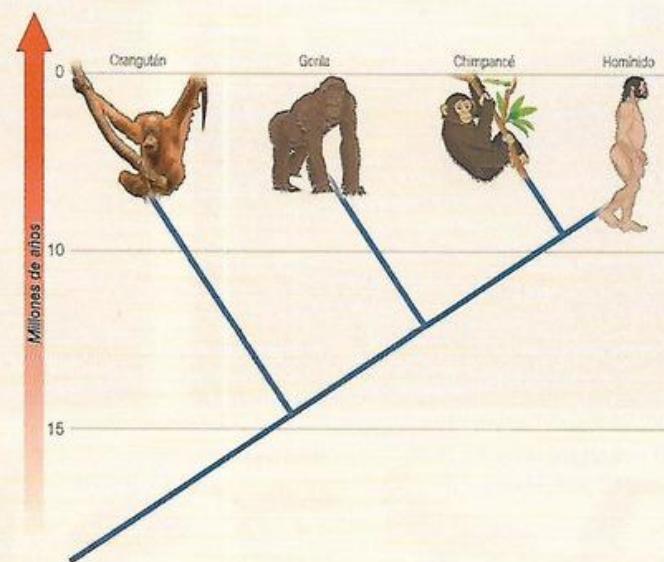
3. ¿De qué manera se relaciona la Geología con la teoría del ancestro común?

4. Segundo la teoría evolutiva de Lamarck:

- a) ¿Qué pasaría con un órgano que ya no se utiliza o se utiliza menos?
- b) ¿Cómo sería la descendencia de una persona fisicoculturista?
- c) ¿A qué leyes de su teoría corresponden las situaciones de los ítems a y b?

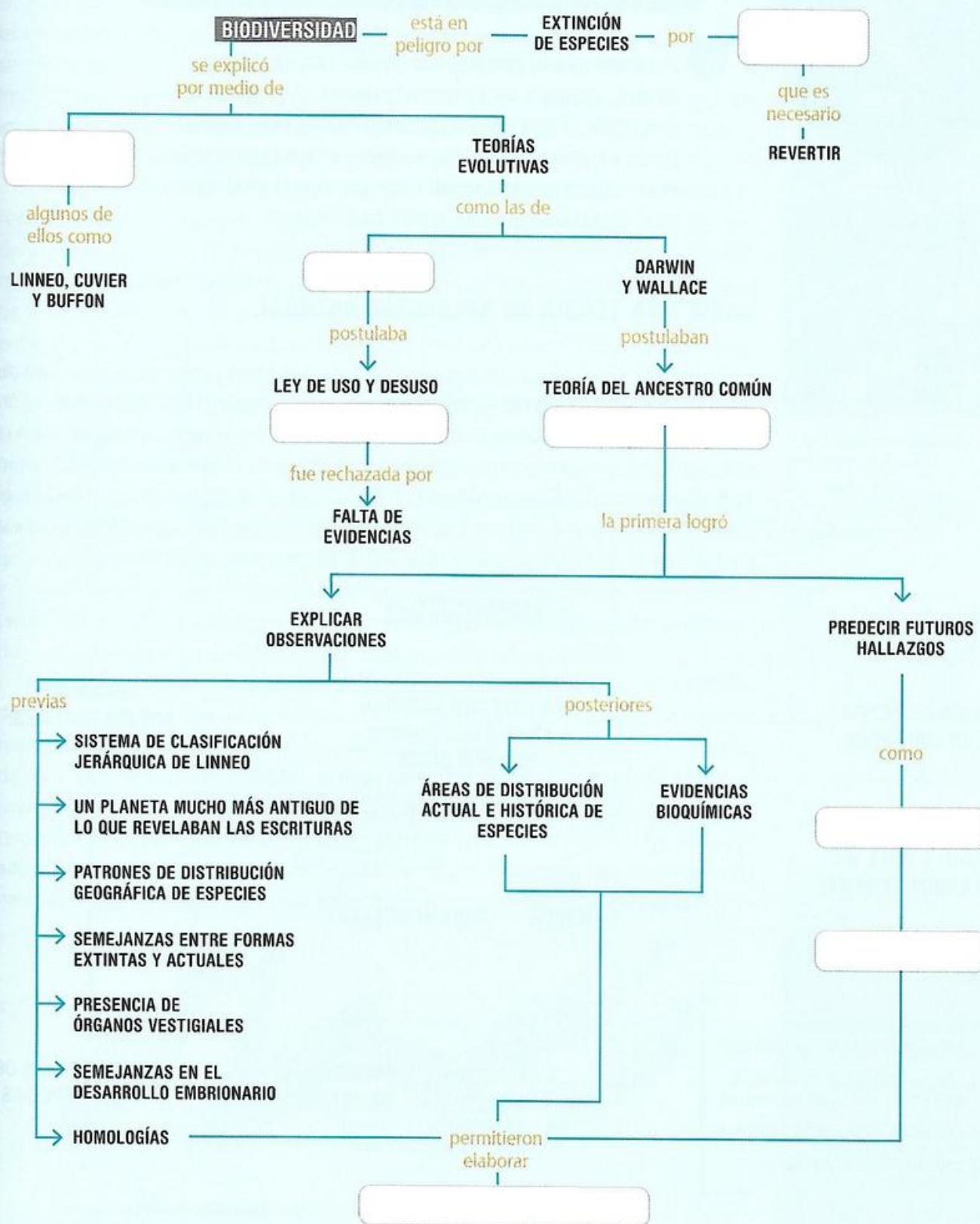
5. ¿Cuál es la importancia del hallazgo de fósiles de transición para la teoría del ancestro común?

6. Observen el siguiente árbol filogenético que relaciona al hombre con algunos simios y luego respondan las preguntas:



- a) Es común oír que el ser humano desciende del mono. Al hablar de esto, se piensa en el chimpancé, el gorila y el orangután. ¿Es correcto esto?
- b) ¿Con cuál de los simios comparte el humano un antepasado común más reciente? ¿Hace cuánto tiempo se separaron los linajes de humanos y chimpancés?
- c) Si hicieran un estudio de las secuencias de ADN de cada una de estas especies, ¿con cuál de ellas deberíamos tener menos semejanzas? ¿Por qué?

1. Completan los espacios vacíos del siguiente esquema con los conceptos que correspondan



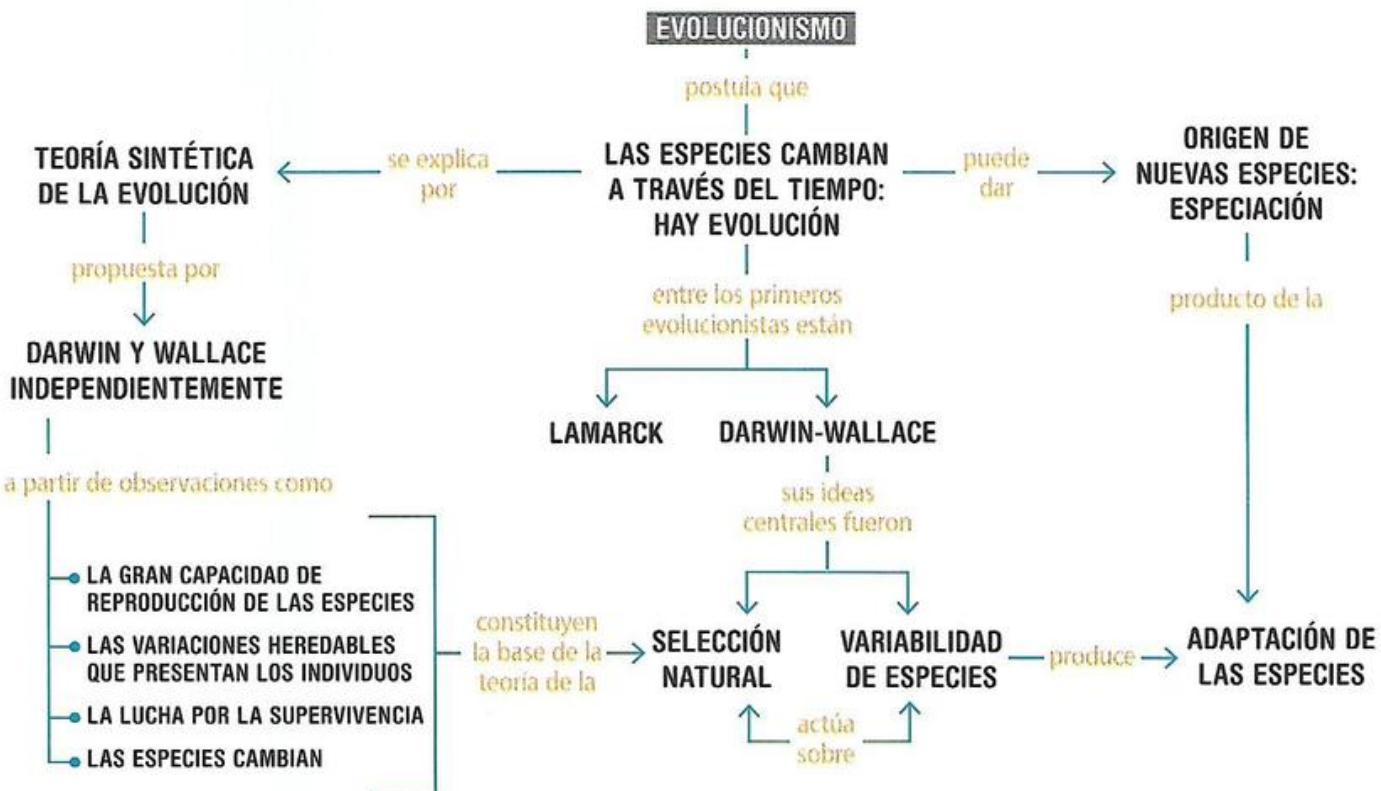
2. ¿Qué dificultades tuvieron al estudiar los temas de este capítulo? ¿Cómo las resolvieron?

# TEORÍAS Y PROCESOS DE LA EVOLUCIÓN

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES FUE UN MISTERIO HASTA QUE, EN 1859, DARWIN Y WALLACE PRESENTARON LA TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN. SI BIEN LAS IDEAS EVOLUTIVAS NO ERAN NUEVAS, ESTOS NATURALISTAS FUERON QUIENES LAS FUNDAMENTARON Y PRESENTARON LOS MECANISMOS POR LOS CUALES ERAN POSIBLES, Y ASÍ LLEGARON A SER UNA TEORÍA CIENTÍFICA.

## HACIA UNA TEORÍA DE SELECCIÓN NATURAL

En el capítulo anterior, pudieron ver en detalle la teoría del ancestro común, uno de los dos pilares de la teoría de la evolución de Darwin y Wallace. En este capítulo verán en detalle el segundo pilar de esa teoría, una postulación innovadora que explicaba el mecanismo de evolución de los organismos: la teoría de la selección natural. Podrán comparar las ideas de Darwin-Wallace con las originalmente propuestas por Lamarck, el detalle del viaje por el mundo de Darwin, que le permitió recopilar abundante evidencia para sus ideas, el núcleo central de esta teoría, así como sus alcances.



Este organizador conceptual muestra los temas que verán a lo largo del capítulo, ¿cómo ocurre la evolución de las especies?

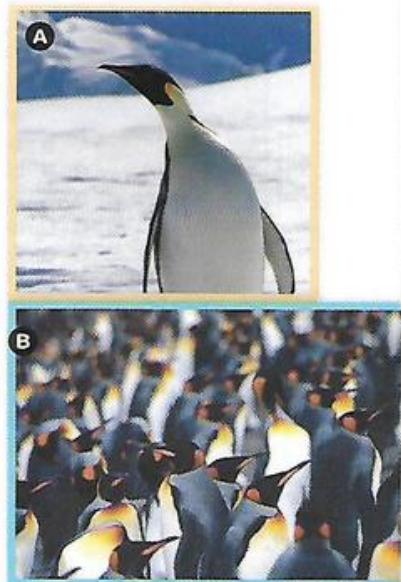
## ESPECIE, POBLACIÓN, VARIABILIDAD Y ADAPTACIONES

En la primera mitad del siglo XIX, los naturalistas coincidían en que la evolución es un hecho, ya que el registro fósil muestra formas de vida que ya no existen. Pero se desconocía cómo ocurría la evolución. Para comenzar a recorrer las teorías más importantes que se propusieron para explicar la evolución de las especies es muy importante tener bien claros, desde el comienzo, ciertos conceptos como especie, población, variabilidad y adaptación.

Las especies son organismos que comparten características, y que en el ambiente natural pueden reconocerse como semejantes y reproducirse, y así originar una descendencia fértil. En resumen, una **especie** es la totalidad de organismos real o potencialmente interfériles que pueden dar lugar a organismos a su vez fértiles. Existen casos de especies diferentes pero muy emparentadas que puede cruzarse y reproducirse entre sí, pero la descendencia que dejan no es fértil, sino estéril. Por ejemplo, el caso de la mula, que es producto de la cruce de una yegua con un burro.

Los individuos de una misma especie que coexisten y cohabitan, es decir que viven en el mismo tiempo y en el mismo lugar, forman una **población** de esa especie. Es importante aclarar que los individuos de una población no son idénticos entre sí, sino que presentan pequeñas diferencias llamadas **variaciones**. Se dice entonces que dentro de una población existe **variabilidad**. Si pudieran medir el largo del pico de los gorriones que visitan el patio de su escuela, encontrarían longitudes diferentes. La existencia de variaciones en diversas características de los individuos como el color, el tamaño, la resistencia a la escasez de agua o a los agentes patógenos o las diferencias de comportamiento son, entre muchos otros, ejemplos de variabilidad.

Actualmente sabemos que la información genética determina muchas características de los seres vivos. Sabemos también que esta información está en los genes que se hallan en el ADN y que en ella está la causa de las variaciones en los individuos. Algunas de estas características le confieren al organismo una ventaja con respecto a los que no las tienen, otras pueden resultar una desventaja y otras no producen ni ventajas ni desventajas. Los organismos presentan ciertas características particulares, llamadas **adaptaciones**, que les permiten vivir en determinados ambientes. Más adelante veremos los mecanismos por los cuales las especies adquieren estas características.



A. Individuo de la especie pingüino emperador (*Aptenodytes forsteri*).  
B. Población de pingüinos emperadores.



Las especies no son agrupaciones de individuos idénticos pues existe una gran variedad entre ellos. Estas variaciones no son "desviaciones" de un "tipo", sino una característica de las poblaciones.

### ACTIVIDADES

1. Los individuos de una especie son potencialmente interfériles. Si dos poblaciones de la misma especie habitan en lugares distantes, ¿qué debería pasar si las pusieran en contacto?

## LA TEORÍA EVOLUTIVA DE LAMARCK: EL TRANSFORMISMO

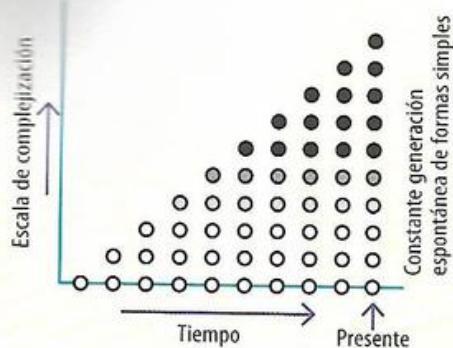


Gráfico que representa la evolución según Lamarck. Aquí cada individuo presenta una evolución lineal, algo muy diferente del árbol filogenético visto en el capítulo anterior.



Los restos fósiles de peces celacantos muestran que esta especie se mantuvo casi sin modificaciones hasta la actualidad. ¿Esto contradice las ideas de Lamarck?

### TRANSFORMISMO O LAMARCKISMO

— postulaba que

Como ya hemos visto en el capítulo 1, Lamarck fue el primer naturalista en proponer una teoría de la evolución. Esta se conoce con el nombre de **lamarckismo** o **transformismo**.

Lamarck tenía como una de sus ideas centrales que los seres vivos presentan una tendencia natural hacia la perfección, lo que para él equivalía a la complejidad. Pensaba que los organismos se desarrollan desde las formas más simples e imperfectas hasta llegar a lo más complejo y perfecto. Imaginó la naturaleza de forma dinámica, que avanzaba en el tiempo y de forma escalonada. Este esquema de transformación gradual

presentaba una serie de estadios, prefijados y predecibles, a lo largo de un camino ascendente, una sucesión de transformaciones. Un cambio gradual y lineal, sin ancestros comunes ni extinciones. ¿Cómo surge esa transformación?

### MECANISMOS DE LA EVOLUCIÓN SEGÚN LAMARCK

Según Lamarck, los factores que llevan a los organismos a complejizarse son los siguientes:

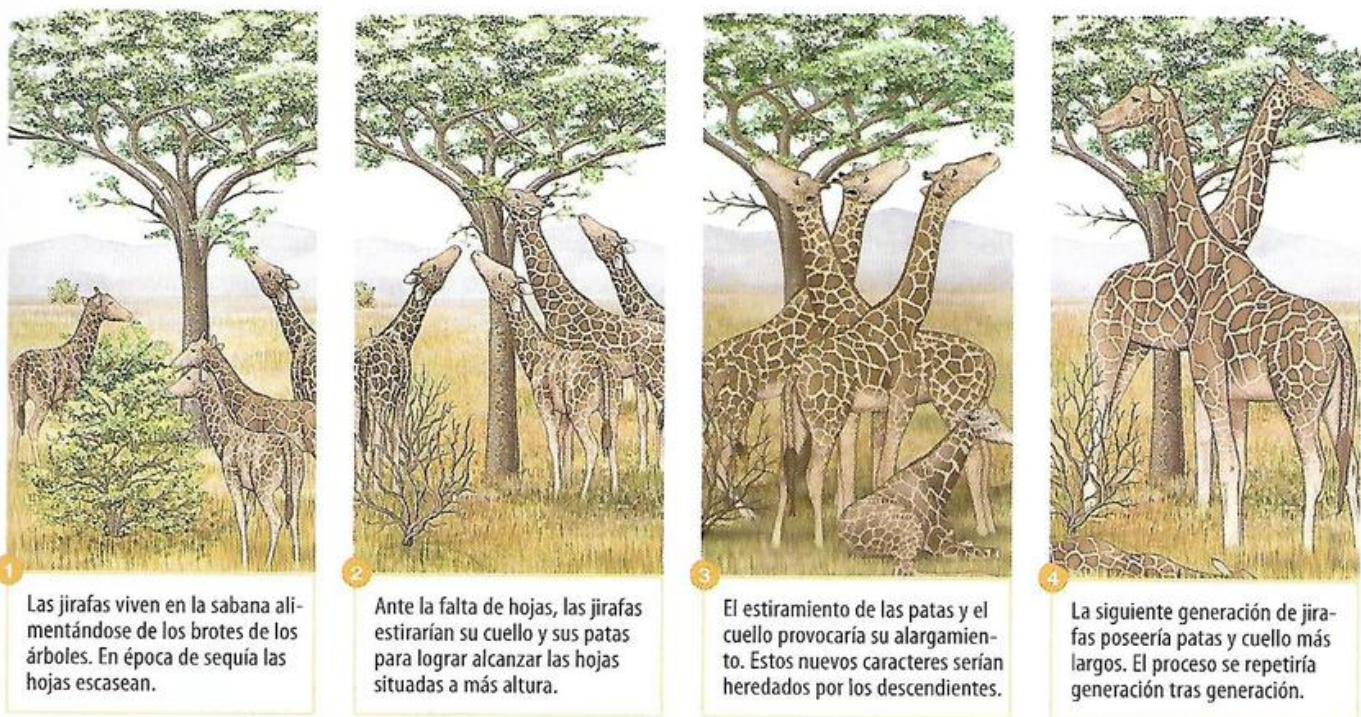
- Existe un impulso vital o tendencia natural que lleva a los organismos hacia la perfección y la complejidad.
- Las condiciones del ambiente en que se desarrolla un ser vivo varían con el tiempo. Los cambios ambientales crean nuevas necesidades que exigirán a los individuos modificar sus hábitos o conductas.
- Surgen nuevos hábitos que irán acompañados del mayor o menor uso de determinados órganos. La función hace al órgano: los más usados se desarrollan, mientras que los que dejan de utilizarse se atrofian.
- Las poblaciones son uniformes. Si estos organismos están sometidos a las mismas condiciones ambientales durante largos períodos se producen pequeños cambios en las estructuras corporales, que se convierten en hereditarios y pueden ser transmitidos a la descendencia. Se trata de un proceso extremadamente lento en el que la acumulación de cambios a lo largo de muchas generaciones llevaría finalmente al surgimiento de nuevas especies. Si bien los cambios se producen en los individuos, la evolución se produce en toda una población.



## EL EJEMPLO DEL CUELLO DE LAS JIRAFAS

El ejemplo clásico con el que se relacionan las ideas de Lamarck es la evolución del cuello de las jirafas. En él se puede ver claramente que es el ambiente el que impone el cambio en el individuo. Surgen así nuevas conductas que llevan a que ciertas partes del cuerpo sean más utilizadas que otras, lo que conduce al desarrollo o la atrofia de esas partes. Estas modificaciones son transmitidas a la descendencia.

## LA EVOLUCIÓN DE LAS JIRAFAS SEGÚN LAMARCK



## CRÍTICAS AL TRANSFORMISMO O LAMARCKISMO

Las ideas propuestas por Lamarck para explicar el cambio evolutivo recibieron una serie de críticas ya que no se encontraron evidencias de los aspectos y mecanismos propuestos. Algunas de estas críticas son las siguientes:

- No hay pruebas de que exista en los organismos un impulso vital hacia la transformación, y los cambios que se producen no tienen relación con una voluntad de ellos, es decir que no tienen una finalidad y no tienden "hacia la perfección", a veces ni siquiera hacia la complejidad.
- Los conocimientos actuales sobre la herencia de los caracteres niegan la posibilidad de que las modificaciones corporales adquiridas a lo largo de la vida del individuo, por uso o desuso, se transmitan a la descendencia.

A pesar de que los nuevos conocimientos biológicos han demostrado que algunos aspectos fundamentales del transformismo eran erróneos, las ideas de Lamarck cuestionaron el fijismo e intentaron explicar, si bien de manera errónea, un mecanismo posible de cambio. De esta manera, sus ideas contribuyeron en su tiempo a la aceptación progresiva de las teorías evolucionistas.

### ACTIVIDADES

1. ¿Cuál sería la explicación para el cuello largo de las jirafas según Lamarck?
2. ¿Qué información de las imágenes de estas páginas representa los principios de uso y desuso y la herencia de los caracteres adquiridos?

## EL VIAJE DE DARWIN



A su paso por Buenos Aires, Darwin realizó este dibujo de varios gauchos por Buenos Aires.

Desde niño, el inglés Charles Darwin manifestó gran interés por las Ciencias naturales. Luego de un fallido intento por estudiar Medicina, en 1828 ingresó al Christ's College en Cambridge para estudiar Teología. Allí, comenzó a asistir a las clases del reverendo John Henslow, con quien compartió y desarrolló su afición por el naturalismo.

Con Henslow aprendió de Botánica, Entomología y Geología. Era un observador meticuloso y un gran pensador. La asociación de Darwin con Henslow le posibilitó a aquel conocer a un sinnúmero de personajes importantes del mundo académico. A solicitud de Henslow, Darwin se inscribió en un curso con Adam Sedgwick, a quien acompañó en una excursión para mapear la geología de Gales del Norte. En 1831, al volver del viaje, se encontró con una carta de Henslow, quien lo propuso como acompañante del capitán Robert Fitzroy a bordo del barco *H.S.M. Beagle* en un viaje alrededor del mundo que duraría cinco años. Durante ese viaje, Darwin recabó la información que resultaría clave para desarrollar su teoría de la evolución.

Cuando partió en el *H.S.M. Beagle* del puerto de Plymouth, Charles Darwin tenía una vasta experiencia como naturalista y conocimientos de muchos organismos, lo cual le sirvió en su trabajo de observación y recolección de toda clase de especies. También llevaba consigo el libro *Principios de Geología*, de Charles Lyell, cuya lectura aportó a Darwin ciertos conceptos que influyeron en sus ideas acerca de la evolución. En este libro, se refutaba la teoría de las catástrofes a partir de evidencias geológicas y postulaba la idea de que los cambios geológicos ocurrían en forma lenta y gradual, y que los procesos observados en la actualidad, como los terremotos, el vulcanismo y la erosión, eran del mismo tipo de los que habían ocurrido desde el origen de nuestro planeta. Para Lyell, nuestro planeta contaba con una edad de varios millones de años. Esto le dio a Darwin la idea de cambio gradual y el "tiempo necesario" para que pudiera operar la evolución.



Durante su viaje en el *Beagle* (1831-1836), Darwin recogió abundantes muestras e hizo numerosos registros sobre la flora y fauna que observó.

1

Las islas Galápagos eran ricas en especies únicas que parecían estar relacionadas con las especies del continente cercano (América del Sur).

2

Los fósiles de mamíferos extintos recogidos en La Pampa presentaban una gran similitud con la forma de los mamíferos actuales.

3

Al viajar de norte a sur, unas especies iban siendo sustituidas por otras afines.

Durante su viaje, Darwin pudo observar ambientes muy diversos, en los que pudo ver muchos organismos vivos y, en ciertos lugares, encontró fósiles de organismos extintos, algunos de los cuales guardaban una estrecha relación con organismos actuales. Una de las cosas que más llamaron la atención de Darwin fue la aparente adaptación a los ambientes particulares que presentaban todas las especies. También le interesó la notoria similitud de formas que presentaban especies distintas que vivían en regiones separadas, pero en ambientes similares.

Durante su paso por la Patagonia argentina, llamaron su atención los fósiles de mamíferos de gran tamaño (megaterios, mastodontes, milodones y otros animales afines). Algunas de estas especies poseían corazas en forma de placa semejantes a las de los actuales armadillos, lo cual le sugirió a Darwin la posibilidad de relación entre especies extintas y actuales.

Las islas Galápagos fueron probablemente uno de los lugares más importantes para la formulación de la teoría de la evolución. Allí, Darwin observó el hecho de que islas relativamente cercanas, pero con diferencias en los ambientes y recursos, tenían especies distintas de organismos muy parecidos y posiblemente relacionados. ¿Cómo era posible que en estos lugares pequeños y alejados hubiese una diversidad mayor que en el continente? Uno de los primeros cuestionamientos acerca de la posibilidad de la creación de especies surgió de estas observaciones. Si las especies habían sido creadas por un dios todopoderoso, ¿por qué guardaban más relación las especies de las Galápagos con las del continente americano que con especies de islas en todo aspecto parecidas a estas, pero distantes? ¿Y por qué las especies presentes en otras islas se parecían más a las de los continentes cercanos a ellas?

Entre las especies que Darwin observó se encontraban las tortugas terrestres o Galápagos, que presentaban diferencias muy marcadas en su morfología, lo que dependía de la isla en que se encontraran y las especies de las cuales se alimentaran. También colectó ejemplares de distintas especies de pinzones, con diferencias de forma y tamaño del pico, además de otras variantes morfológicas y conductuales según su hábitat y los recursos de los que se alimentaban.



Los fósiles que encontró en su recorrido por la Patagonia argentina, como el caso del megaterio, le sugirieron posibles relaciones con animales actuales muy similares a ellos.



Darwin quedó maravillado por la diversidad biológica de las islas Galápagos.

## EL TRABAJO DE CHARLES DARWIN



Al regresar de su viaje, en 1836, Darwin contaba con una enorme cantidad de material recolectado en sus numerosas observaciones. Comenzó entonces a reunir, ordenar y clasificar ese material, y repartió la tarea entre otros especialistas para que analizaran los especímenes fósiles y actuales de diferentes áreas del mundo.

Así, John Gould le informó que los ejemplares de pinzones que había recolectado en tres de las islas Galápagos pertenecían a especies diferentes; muy similares, pero no iguales a la especie que habitaba el continente.

### OTRAS FUENTES

Además de haber recibido el aporte de otros naturalistas, Darwin se nutrió de las ideas de sociólogos y economistas para formular sus teorías. Al regresar de su viaje, Darwin leyó la obra principal de Robert Malthus (1776-1834), un economista inglés. En su *Primer ensayo sobre la población*, este sostendía que las poblaciones humanas crecían mucho más rápido que sus medios de subsistencia. Esto conduciría a una lucha por la supervivencia.

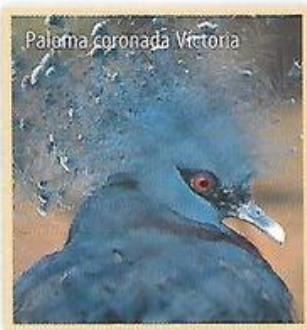
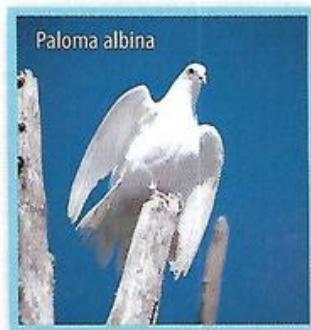
Para el caso de los alimentos, Malthus creía que el gobierno no debía intervenir ante las hambrunas que azotaban a la humanidad y justificaba esto sosteniendo que era necesario mantener el equilibrio entre población y recursos disponibles.

Ante esta actitud, muchos seres humanos (en particular, los de menores recursos) perderían la vida. Aunque Darwin no estaba de acuerdo con esta postura, la influencia de la noción de lucha por la supervivencia fue muy importante para explicar la competencia de los organismos cuando los recursos son escasos en la naturaleza.

### SELECCIÓN ARTIFICIAL

Darwin sabía también que desde los inicios de la agricultura y la ganadería, el ser humano ha seleccionado ciertas características heredables de plantas y animales para su provecho. Mediante la selección de los mejores individuos y la cría de ellos de generación en generación es posible "mejorar" las especies. Este proceso se conoce como **selección artificial**, y Darwin lo conocía muy bien porque él criaba palomas.

Todas estas observaciones fueron fundamentales para que concibiera su teoría de la evolución de las especies basada en la existencia de un antecesor común.



El color del plumaje, la forma o el tamaño del cuerpo o del pico son ejemplos de características heredables.

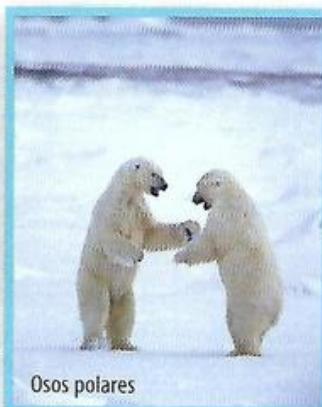
## LA TEORÍA EVOLUTIVA DE DARWIN: LA SELECCIÓN NATURAL

De manera independiente, tanto Charles Darwin como Alfred Wallace (aunque por lo general nos referiremos a Darwin) llegaron a formular una de las teorías más importantes que explica los mecanismos de la evolución: la **teoría de la selección natural**. Las ideas clave en que se fundamenta son las siguientes:

- **Lucha por la supervivencia.** Todas las especies, incluso las de menor fertilidad, tienden a producir un número mayor de descendientes que los necesarios para su preservación. Estas crías en exceso deberán competir por los recursos, que son limitados (espacio, alimento, refugio, etcétera), en un ambiente que es variable. Cuando estos escasean, la competencia por obtenerlos es cada vez mayor, lo cual lleva a la lucha por la supervivencia.



Elefantes



Osos polares



Lobos marinos



La población de canarios que viven en libertad está adaptada a su ambiente. Su color les permite camuflarse con el medio en que viven.

¿Por qué recursos creen que estarán compitiendo los organismos de estas imágenes?

¿Qué características físicas les darán mayor ventaja en esta competencia?

- **Los individuos de todas las especies presentan variaciones heredables.** Entre los individuos de una población existen variaciones heredables, como el color del pelo de los mamíferos, el tamaño del cuerpo, la resistencia a cierta enfermedad o el comportamiento al buscar el alimento. Estas pequeñas diferencias entre los individuos pueden conferir ventajas adaptativas.
- **Selección natural y reproducción diferencial.** En la lucha por la existencia, algunos individuos se verán beneficiados respecto de las condiciones ambientales, y aquellos que muestren variaciones heredables favorables podrán vivir más y dejar más descendientes que los que tienen variaciones menos favorables.
- **Las especies cambian.** Si las condiciones ambientales se mantienen relativamente constantes, las variaciones heredables más favorables (a estas condiciones) serán más abundantes en cada generación y las más desfavorables tenderán a desaparecer. Esto explica la adaptación de las especies a su ambiente. De esta forma, más individuos de una población presentarán las características que favorecieron la supervivencia de sus progenitores.

La selección natural actúa sobre el individuo, pero su resultado se observa en la población. De esta manera, la población cambiará en forma continua y gradual, y podrá incluso generar nuevas especies, fenómeno llamado **especiación**.

### ACTIVIDADES

1. ¿Qué diferencias encuentran entre la selección natural y la artificial?
2. Indiquen similitudes y diferencias entre la forma en que se generan nuevas especies según Lamarck y según Darwin.

## EJEMPLO DE EVOLUCIÓN POR SELECCIÓN NATURAL

Para comprender mejor cómo se produce la evolución mediante el mecanismo de selección natural les presentamos el siguiente ejemplo:



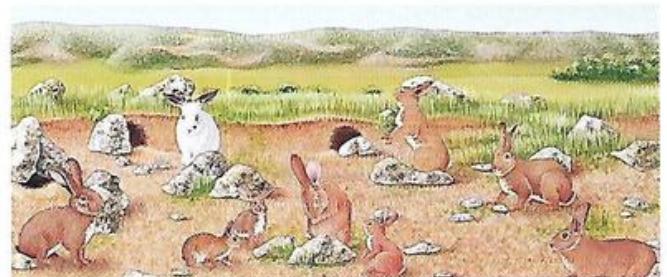
Entre los conejos silvestres existen diferencias en el color del pelaje, un carácter hereditario. La mayoría tienen el pelaje pardo oscuro, pero algunos lo tienen claro.



Los conejos tienen abundante descendencia; si todos los descendientes sobrevivieran, la Tierra estaría invadida y acabarían muriendo por falta de recursos.



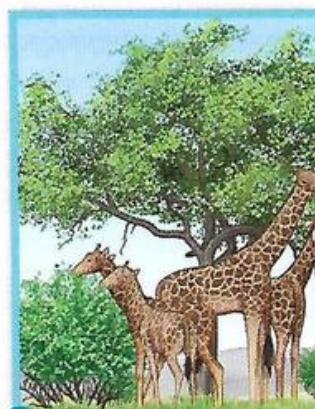
Los conejos pardos pasan más inadvertidos que los de pelaje claro para sus depredadores, por lo que tienen más posibilidades de sobrevivir y dejar descendientes, que heredará esa característica.



Generación tras generación, de forma continua y gradual, cada vez serán más abundantes los conejos de pelaje pardo oscuro que los de pelaje claro en la población.

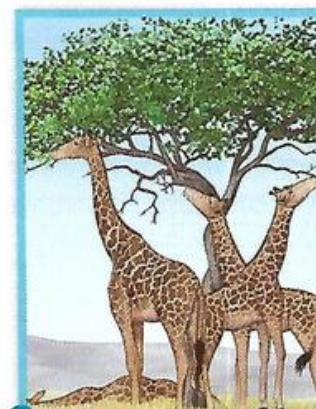
## EL EJEMPLO DEL CUELLO DE LAS JIRAFAS

Del mismo modo que en el caso de los conejos, mediante la teoría de la selección natural se puede explicar el origen del cuello largo de las jirafas.



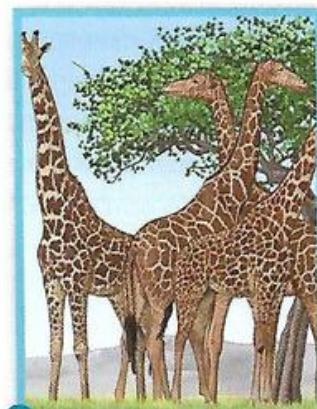
1

La población de jirafas presenta individuos con cuellos de diversa longitud. Este carácter se transmite a la descendencia. Si hay suficiente alimento, el largo del cuello no representa una ventaja.



2

Ante una sequía, las hojas escasean. El alimento es limitante: no pueden sobrevivir todas las jirafas. Las de cuello más largo alcanzan las hojas altas de los árboles y tienen más probabilidades de sobrevivir.



3

Las jirafas de cuello largo sobreviven y dejan descendencia que también tendrá esa característica. Los caracteres ventajosos para la supervivencia y reproducción tienden a imponerse en la población.

## UNA EVIDENCIA DE LA SELECCIÓN NATURAL

La teoría de la evolución plantea la posibilidad de cambio en las especies biológicas. Dichas modificaciones ocurren en forma gradual y muy lentamente; por lo tanto, son difíciles de observar en el tiempo de vida de una persona. Debido a esto, es bastante difícil diseñar un experimento que demuestre la evolución de una especie.

Sin embargo, existe un caso documentado en el cual fue posible observar cambios poblacionales por medio de la selección natural, como los que se espera que ocurran durante el proceso evolutivo.

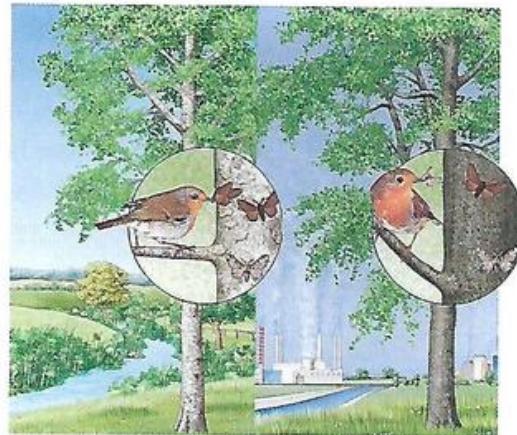
### EL CASO DE LA MARIPOSA *BISTON BETULARIA*

La mariposa del abedul (*Biston betularia*) es una especie común en Inglaterra y, como tal, ha sido capturada con frecuencia para formar parte de colecciones entomológicas de museos y de particulares.

Hasta mediados del siglo XIX, todas las colecciones mostraban mayormente polillas de color gris claro pero, al comparar dos colecciones de esta mariposa, una con las capturas de 1848 y otra con las de 1900, se observó que en esta última colección las mariposas oscuras eran las más abundantes.

En su ambiente natural, estas polillas suelen estar posadas sobre los troncos de los árboles y son depredadas por varias especies de pájaros mientras están quietas allí. Antes de la Revolución Industrial, las polillas de color claro se confundían fácilmente sobre el fondo también claro de la corteza de los abedules cubiertos de líquenes. Hacia fines del siglo XIX, el gran desarrollo industrial de Inglaterra provocó una enorme contaminación ambiental que ennegreció los troncos de los árboles. En estas condiciones, las mariposas claras eran fácilmente visibles sobre los troncos y las oscuras pasaban inadvertidas, por lo que dejaban una mayor descendencia que aumenta su número.

En la población de las *Biston betularia* de 1848 había unas pocas polillas oscuras. La variabilidad ya existía. Es sobre estas variantes previas donde actúa la selección natural.



Bosque sin contaminar. Bosque contaminado.

Las polillas claras eran las más comunes pero, al oscurecerse los troncos, las oscuras fueron menos predadas y se hicieron más abundantes.



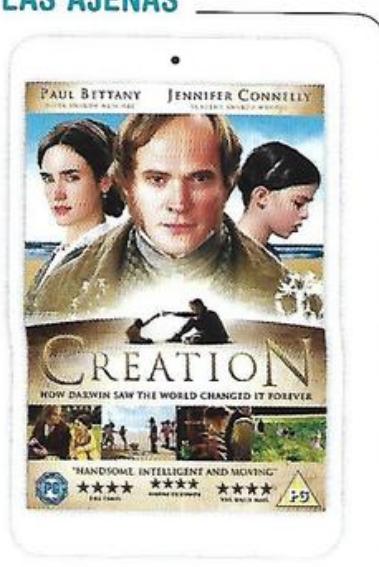
Trabajo práctico 1,  
páginas 174 y 175.

### VALORES

### LAS CREENCIAS PROPIAS Y LAS AJENAS

La teoría de la evolución de Charles Darwin acumuló un volumen extraordinario de evidencias en su favor que forma parte de las teorías que ningún científico negaría. Es una de las teorías más importantes de la biología y una gran pieza de la cultura de los últimos siglos. Por ello forma parte de los contenidos de enseñanza en todo el país. Sin embargo, generó muchos debates y controversias culturales y religiosas.

*Creation*, película inglesa del año 2009, protagonizada por Paul Bettany y Jennifer Connelly, recrea el dilema de Darwin acerca de publicar su teoría. Vean la película y discutan lo siguiente: • Enseñar la teoría de la evolución es obligatorio, por lo que cada alumno debe conocerla. Sin embargo, ¿se lo puede obligar a aceptarla como una explicación verdadera si sus creencias no se condicen con esta teoría? ¿Por qué?



## LA ADAPTACIÓN BAJO LA LUZ DE LA EVOLUCIÓN



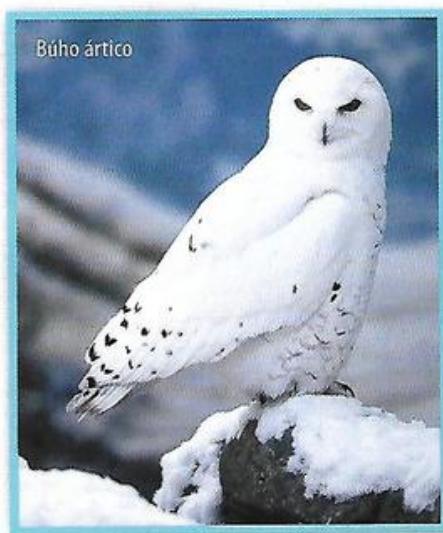
Muchas plantas de zonas áridas, como los cactus, tienen ventajas adaptativas que reducen la pérdida de agua, como hojas en forma de espinas y cutículas gruesas.

Bajo la luz de la teoría de la evolución, el concepto de adaptación que tenían los científicos hasta ese momento toma una nueva dimensión y ahora les era posible comprender de qué manera los organismos adquirieron las características adaptativas que les permiten sobrevivir en los ambientes en que habitan. Se puede afirmar entonces que la adaptación surge como el resultado de tres factores en juego: la variabilidad, la selección natural y el tiempo.

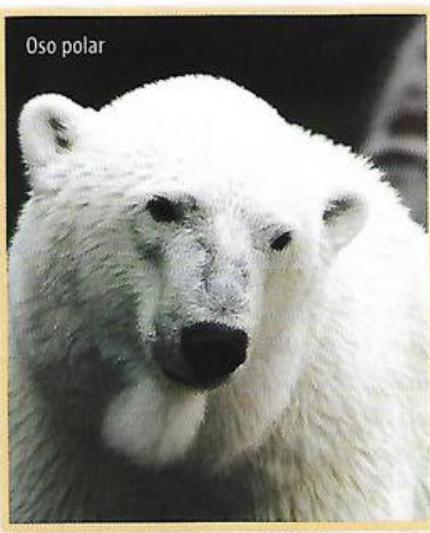
La selección natural no proporciona lo que un organismo o población "necesita", solo selecciona las variantes ya existentes. Que una característica heredable de un individuo sea positiva, neutra o negativa para su supervivencia y reproducción depende en parte del ambiente donde vive y de sus hábitos. Los caracteres en sí mismos no son positivos ni negativos.

Las variantes en una población se deben a mutaciones en el ADN y son al azar. Pero la selección natural actúa sobre ellas de forma particular, no es un proceso azaroso. Una adaptación es una característica que permanece en una población por la acción de la selección natural debido a que favorece la supervivencia y la reproducción. Pero no todas las características son adaptativas. Lo son aquellas cuya función (y no finalidad o propósito) proporciona a los individuos que la posean mayores probabilidades de sobrevivir y dejar más descendencia. Si bien las adaptaciones se originan por selección natural, es importante recordar que ninguna adaptación es perfecta, pues la evolución no tiende a la perfección.

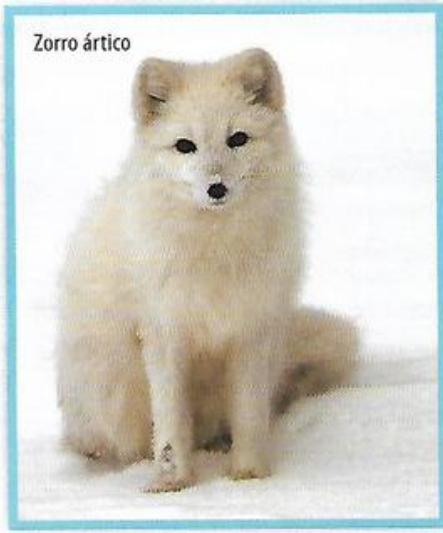
La adaptación surge como resultado de un largo proceso de constante selección de los individuos de acuerdo con sus características y las exigencias del ambiente.



Búho ártico



Oso polar



Zorro ártico

El color blanco es una característica que suele ser seleccionada en el ártico, ya que permite a los animales que habitan allí pasar inadvertidos ante presas o predadores.

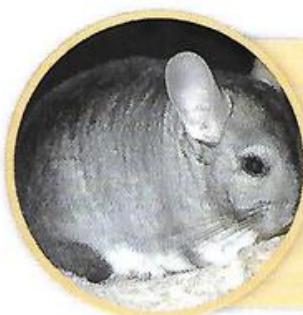
## LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA NO EQUIVALE A PROGRESO

La idea de progreso es muy antigua e implica otros conceptos como crecimiento, desarrollo, finalidad, aproximación a la perfección. Ninguna de estas nociones se relaciona con la evolución biológica. En la naturaleza no hay organismos superiores o inferiores, imperfectos o perfectos, más o menos evolucionados.

## EJEMPLOS DE VENTAJAS ADAPTATIVAS DE ESPECIES NATIVAS

A continuación se presenta una serie de ejemplos de ventajas adaptativas en especies de nuestro país.

En las plantas, para evitar la pérdida de agua en ambientes desérticos las hojas se transforman en espinas y la fotosíntesis ocurre en el tallo verde, cubierto con una sustancia parecida a la cera que también evita la pérdida de agua. Es un ejemplo de esto el cardón, un gran cactus de la Puna, que se ve en la imagen.



En animales, como algunos roedores del noroeste argentino (chinchilla, en la imagen), la conservación del agua corporal se ve favorecida por las narinas. Su enorme superficie permite que el aire seco que se inspira se humedezca en las mucosas y llegue así a los pulmones, sin desecarse. Durante la espiración, dado que la nariz está más fría que el interior del animal, el agua que trae el aire de los pulmones se condensa en las narinas y sale seco al ambiente. Esto ocurre en cada ciclo respiratorio.

Los picafloros mantienen una alta tasa metabólica y elevada temperatura corporal durante el día, lo que requiere que se alimenten constantemente del néctar de las flores. Dado que no pueden alimentarse de noche, bajan su tasa metabólica y su temperatura y entran en torpor (son incapaces de moverse). Al día siguiente, en cuanto sube la temperatura ambiente, suben su tasa metabólica y temperatura y salen a alimentarse.



La resistencia al frío involucra proteger las yemas de hojas y tallos y disponerlas a la altura del suelo o en el subsuelo. Esto se observa, por ejemplo, en las yaretas, unas hierbas típicas de los Andes áridos. Estas plantas crecen en forma de cojín o almohadón, de manera más o menos compacta y sin despegarse mucho del suelo.

La conservación del calor corporal se realiza mediante mecanismos de contracorriente en las patas de algunas aves. La sangre fría proveniente de las extremidades circula por venas cuyo flujo va en sentido contrario de las arterias, que traen sangre caliente desde el interior del cuerpo. Dado que venas y arterias corren en paralelo y en contracorriente, en las extremidades la sangre más fría de las venas se calienta con la sangre más caliente del cuerpo y eso evita la pérdida de calor (por ejemplo: los pingüinos Adelia de la Antártida).



## COMPARACIÓN ENTRE LAS IDEAS DE DARWIN Y LAMARCK



No evoluciona el individuo...



... evoluciona la población.

### SIMILITUDES

Darwin coincidía con el francés Lamarck en que las especies evolucionan, en contraposición con las ideas predominantes de la época, que sostenían el fijismo. Asimismo, tanto Darwin como Lamarck consideraban que los cambios eran graduales y continuos.

En cuanto a la transmisión de las características entre generaciones, ambos pensaban que parte de los cambios ocurridos durante la vida de un individuo se transmitían a su descendencia: la herencia de los caracteres adquiridos. Darwin apoyaba la idea sobre el uso y desuso de los órganos y la consideraba una posible fuente de variabilidad entre individuos de una población.

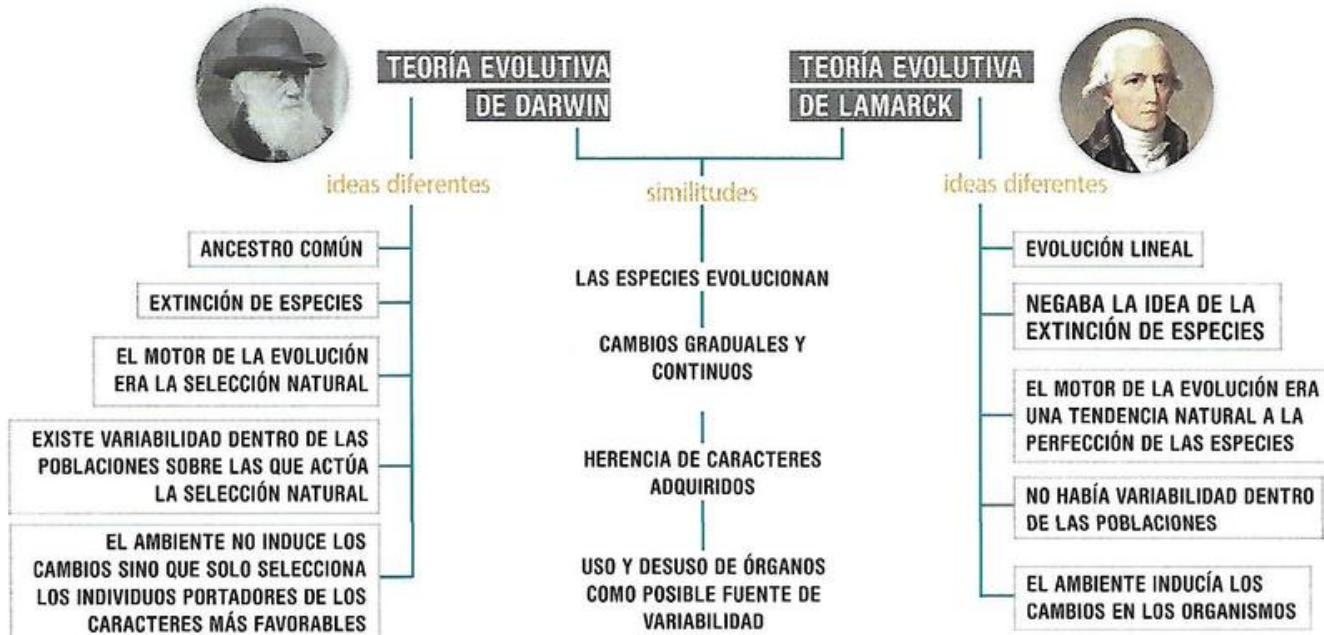
### DIFERENCIAS

Darwin había propuesto la existencia de un ancestro común para todas las especies, mientras que Lamarck pensaba que el camino de la evolución era lineal. Asimismo, Darwin creía que las especies podían extinguirse, idea a la que Lamarck se oponía.

Lamarck creía que en una población todos los individuos de una misma generación eran iguales, mientras que Darwin sosténía que existían diferencias entre los individuos.

Otra diferencia fundamental entre Darwin y Lamarck radica en que este último atribuía el cambio de las especies a una voluntad de ascender en la escala de la naturaleza, en tanto que Darwin lo atribuía a la constante selección de los individuos más aptos, proceso que llamó "selección natural".

De acuerdo con el naturalista francés, el ambiente inducía el cambio más adecuado en los individuos hacia la perfección. En cambio, para el inglés, la adaptación no es un acto voluntario de los individuos, sino que el ambiente simplemente selecciona las características más favorables dentro de la variabilidad de una especie.



## LO QUE DARWIN NO PUDO EXPLICAR

En la época en que Darwin escribió su obra, se desconocían muchas de las estructuras y procesos biológicos necesarios para explicar cómo operaba la evolución. En ese tiempo, la mayoría de los científicos no podía explicar los patrones hereditarios, y atribuían en forma arbitraria lo observado a distintas razones, y no podían probar todas sus observaciones. Los mecanismos de la herencia todavía debían ser dilucidados.

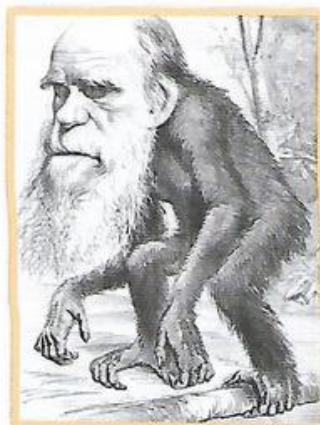
Darwin nunca pudo descartar completamente los postulados de Lamarck acerca del uso y desuso de los órganos como parte de la explicación del origen de la variabilidad entre los individuos de una población y la herencia de los caracteres adquiridos para explicar el traspaso de características entre padres e hijos.

En la época de Darwin, se desconocían muchos de los conocimientos, estructuras, conceptos y procesos que hoy sí conocemos, como la estructura celular y nuclear o las mutaciones, y fue necesario el paso de varias décadas para que se lograra armar el gran rompecabezas.

## CRÍTICAS A LA TEORÍA DE LA SELECCIÓN NATURAL

Darwin, al igual que Lamarck, sostenía que las variaciones hereditarias se transmitían como si fueran partículas que se mezclaban en fluidos corporales cuando los individuos se reproducían en la población, lo que se conoce como **herencia por mezcla**. Por ejemplo, si tenemos una pareja de cerdos, uno negro y otro blanco, bajo el concepto de herencia por mezcla esperaríamos obtener todas las crías de color gris. Pero esto no sucede. La herencia por mezcla contradecía precisamente el mecanismo de selección natural, ya que si las diferentes características iniciales se mezclaban en los descendientes, el efecto final sería la dilución de la variabilidad. Faltaba desarrollar una teoría de la herencia que explicara estos hechos.

Además, considerar a la teoría de la evolución como un hecho implica aceptar que el ser humano tiene un antecesor común dentro del grupo de los primates. Esto fue motivo de burlas y fuerte rechazo en la sociedad victoriana de su época, la que no podía tolerar semejante afirmación.



Caricaturas como esta demuestran la resistencia a las ideas de Darwin.



La herencia por mezcla contradecía la teoría de la selección natural. ¿Por qué?

### ACTIVIDADES

1. ¿La teoría de la evolución de Lamarck o la de Darwin-Wallace explican el origen de la vida? ¿Por qué?
2. ¿Qué ideas de Lamarck aceptó también Charles Darwin?, ¿por qué?

## LA TEORÍA SINTÉTICA O SÍNTESIS MODERNA



Los avances en los instrumentos de observación y la biotecnología permitieron conocer el modo en que se transmiten los caracteres de padres a hijos por medio del material genético.

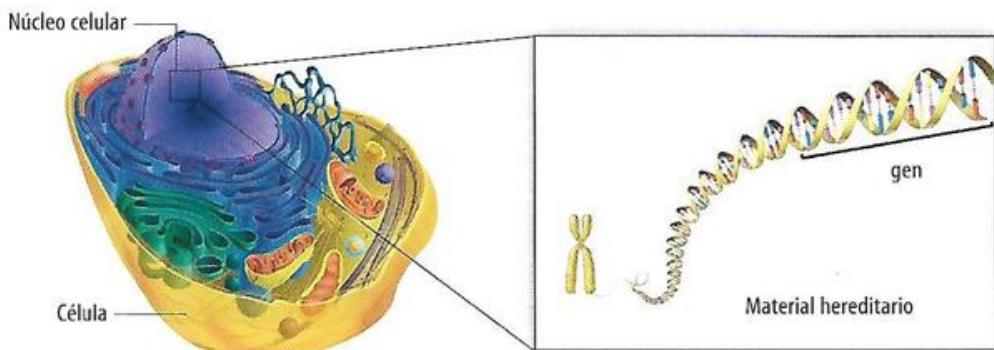
El austriaco Gregor Mendel (1822-1884) realizó investigaciones con distintas variedades de arvejas que ofrecían importantes datos sobre el origen y la transmisión de la variabilidad. Ese tema era el más cuestionado de la teoría de la selección natural, pues Darwin no había encontrado una explicación efectiva al respecto. Pero Mendel publicó sus estudios en una revista de poca difusión y fueron desconocidos por los investigadores de la época. Su publicación recién fue redescubierta en 1900, y disparó muchos estudios sobre la herencia. Luego, gracias a los nuevos avances en las investigaciones en genética, biogeografía, paleontología y su articulación con la estadística, se llegó a una síntesis o **teoría sintética de la evolución**. Sus aportes fundamentales fueron:

- Al igual que lo expresado por Darwin y Wallace, la evolución de las especies en la teoría sintética es un proceso lento y gradual.
- Respecto a la variabilidad, un gran aporte fue saber que las características de los organismos se heredan a través de los **genes**, que están en el material genético de las células (ADN). El ADN puede sufrir cambios al azar, los cuales pueden producir características perjudiciales, neutras o ventajosas. Se debe recordar que el origen de la variabilidad es al azar, pero la selección de los organismos más aptos no lo es.



Estas arañas son de la misma especie, pero sus genes no son iguales. ¿Sobre qué actuaría la selección natural en estas arañas?

- La población es la unidad evolutiva y no el individuo. Una población es el conjunto de organismos de la misma especie que habita en un mismo espacio y tiempo. En la población existe un conjunto de genes con todas sus variantes y es lo que se denomina **acervo genético**. Ahí precisamente actúa la selección natural.
- Finalmente, con los avances en genética, en la teoría sintética de la evolución se descartó la herencia de los caracteres adquiridos propuesta por Lamarck.



Un gran aporte de la teoría sintética fue el descubrimiento de que el origen y la transmisión de la variabilidad están relacionados con los genes.

# ESPECIACIÓN: LA FORMACIÓN DE NUEVAS ESPECIES

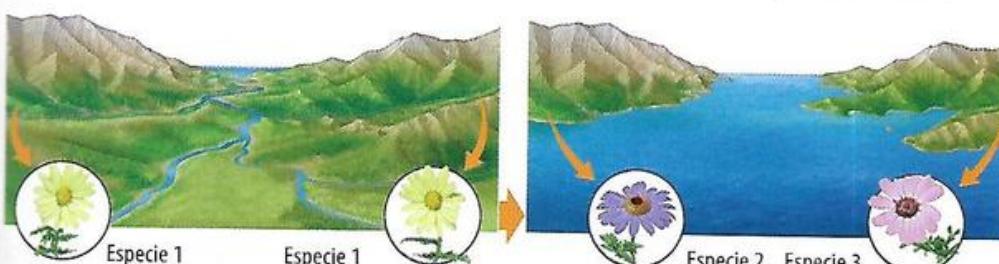
¿En qué condiciones surgen las nuevas especies en el ambiente natural? ¿Cuáles son las circunstancias que llevan a que dos poblaciones que originalmente pertenecen a la misma especie se diferencien y aíslen hasta constituir especies distintas? Existen varios procesos de generación de nuevas especies o especiación. Uno de ellos, acorde con la teoría sintética, es el de especiación alopátrica, proceso que ocurre cuando las poblaciones están separadas físicamente. Esta separación puede deberse a la aparición de una barrera física y, por lo tanto, en este caso opera el mecanismo de aislamiento geográfico entre las poblaciones.

## GRADUALISMO Y EQUILIBRIOS INTERRUMPIDOS

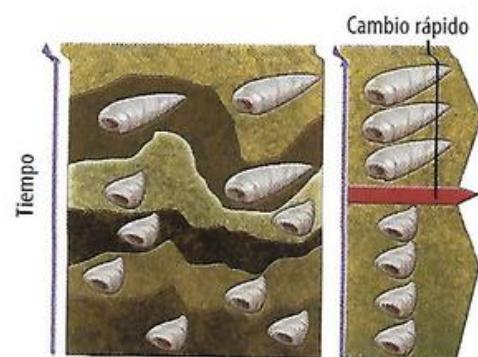
Para la selección natural y la teoría sintética, la evolución es lenta y gradual. Esto se llama **gradualismo**, e implica que debe haber fósiles de transición entre grupos de seres vivos. En muchos casos estos fósiles de transición se han encontrado, pero son tantos los grupos de seres vivos emparentados que el gradualismo implica la existencia de muchos fósiles de transición, gran parte de los cuales no se sabe si existen. En la década de 1970, Stephen Jay Gould y Niles Eldredge propusieron que las especies no cambian a ritmos constantes: hay largos períodos en los que se ha demostrado muy poca transformación, interrumpidos por períodos cortos de cambio intenso. Este modelo se llama de **equilibrios puntuados**. Es probable que por diferentes mecanismos la evolución ocurra tanto de forma gradual como a través de grandes saltos evolutivos en los que ciertas especies den lugar a otras en cortos períodos de tiempo.

## EJEMPLO DE ESPECIACIÓN ALOPÁTRICA

Imaginen una población de una planta con flor en la cual, lentamente, aparece una barrera geográfica que la divide, como un río que impide la polinización entre las plantas de ambos lados. Se forman de esta manera dos poblaciones aisladas. Si las condiciones ambientales difieren a un lado y otro del río, la selección natural actuará de diferente manera en cada población: cada una presentará características cada vez más diferentes. Conforme el aislamiento continúe, con el paso de las generaciones, las poblaciones llegarán a ser tan diferentes que quedarán aisladas reproductivamente. Llegado este momento, aunque la barrera desaparezca no podrán reproducirse entre sí (por diferencias genéticas, morfológicas, etcétera): serán dos especies distintas.



¿Por qué ninguna de las poblaciones que quedó aislada sigue siendo la especie 1? Relacionen esto con la definición de especie que se vio en la página 43.

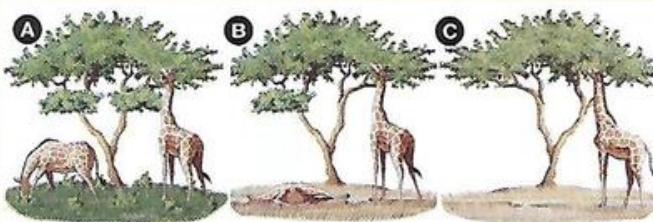


En algunos casos, los registros fósiles muestran que, si bien las especies cambian poco durante la mayor parte de su historia, ocasionalmente se producen rápidos procesos de especiación.

## ACTIVIDADES

- Definan los conceptos de acervo genético, especiación y equilibrios puntuados.
- ¿Cómo se produce la especiación alopátrica? Relacionen esto con el hecho de que una especie pueda ser potencialmente interfértil.

1. Expliquen la siguiente secuencia de imágenes a partir de la teoría de selección natural formulada por Charles Darwin.



2. La teoría de Lamarck postula que:

- a) Los \_\_\_\_\_ durante la vida de un organismo pueden ser heredados.
- b) En los animales existía un \_\_\_\_\_ que hacia que tendieran a la perfección y la complejidad.
- c) El \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ de un órgano pueden promover su \_\_\_\_\_ o \_\_\_\_\_, respectivamente.

3. Expliquen con sus palabras las siguientes afirmaciones que transmiten los postulados de Darwin.

- a) Los individuos de una misma población luchan entre sí por la existencia.
- b) Las variaciones desfavorables de una especie tienden a desaparecer.

4. ¿Cuál de las siguientes premisas de la teoría evolucionista de Darwin es falsa? Reformulen la premisa incorrecta para que resulte verdadera.

- a) Los individuos de una misma especie presentan variaciones.
- b) Las especies tienen más crías que las necesarias para su preservación.
- c) Los individuos que presentan ventajas adaptativas producen mayor descendencia.
- d) Las especies cambian para adaptarse a un ambiente cambiante.

5. Elijan cuatro compañeros de su división y hagan una lista con las características que tengan en común y otra con los rasgos que los diferencian. ¿Cómo relacionan esto con el concepto de variabilidad?

6. Mencionen dos aportes y dos críticas del transformismo y de la teoría de Darwin.

7. Indiquen cuáles de las siguientes afirmaciones sobre la teoría sintética de la evolución son verdaderas (V) y cuáles son falsas (F). Luego, en la carpeta, escriban de forma correcta las que consideren falsas.

- a) Incluye las ideas de Darwin y los aportes de la genética.
- b) Considera el uso y desuso de los órganos como mecanismo evolutivo.
- c) Explica los cambios que ocurren en las especies de las diferentes especies por la aparición de mutaciones en las poblaciones.

8. Lean el siguiente texto y respondan las preguntas.

Cuando Darwin llegó a las islas Galápagos observó que había una gran variedad de especies de pinzones, y que cada una difería de la otra sobre todo en el tamaño y la forma de los picos; entonces relacionó esto con sus hábitos alimentarios. Postuló que las diversas especies de pinzones que había en las islas tenían un origen común en una población de pinzones omnívoros del continente que habían llegado allí, donde no existían antes.

- a) ¿Cómo explicarían esta variedad de pinzones de acuerdo con la teoría evolutiva de Darwin?
- b) ¿Cómo se llama este proceso?

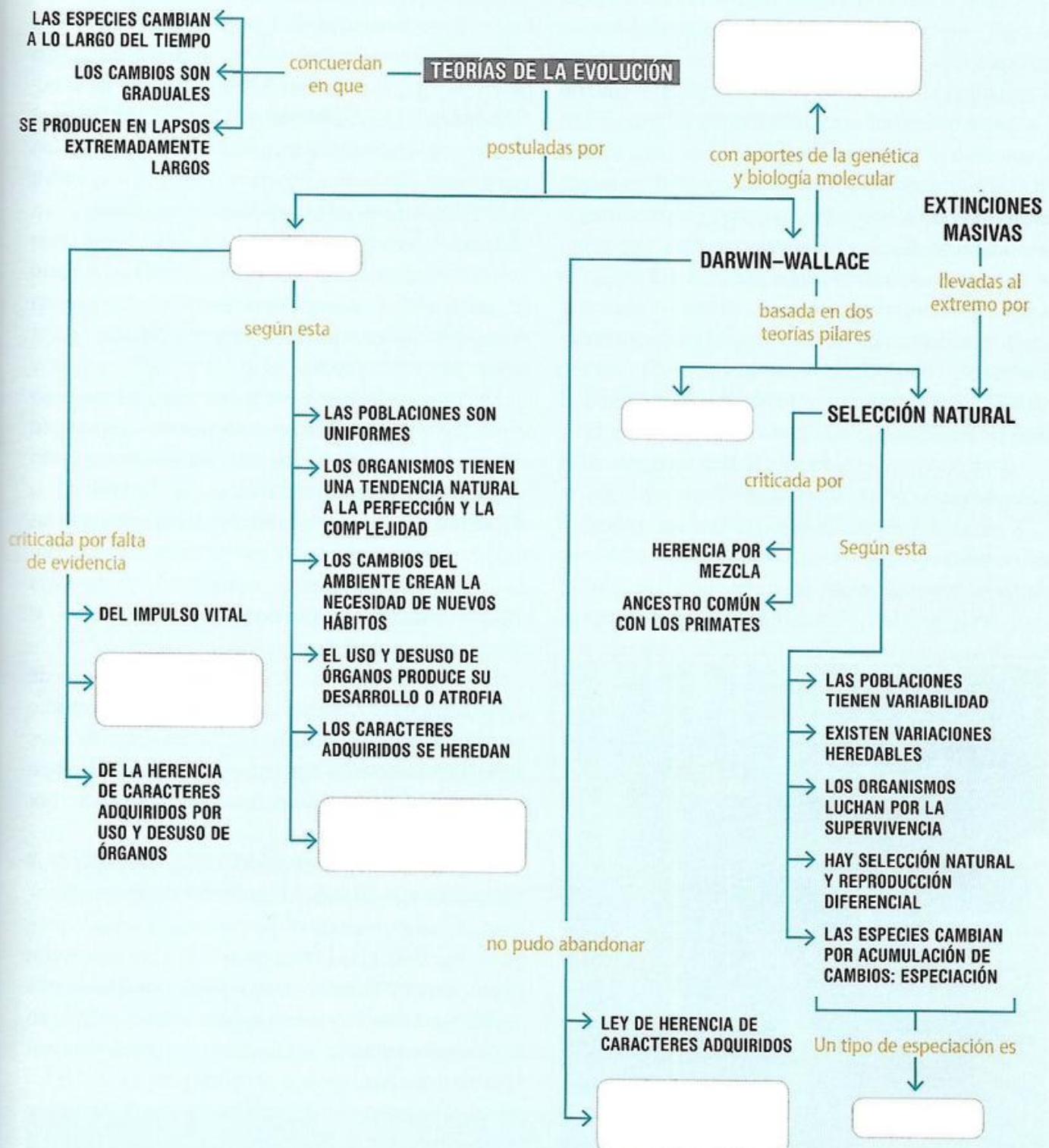
9. Indiquen cuál de las siguientes asociaciones es incorrecta y justifiquen su respuesta:

- a) Lamarck – uso y desuso.
- b) Darwin – herencia de caracteres adquiridos.
- c) Evolución – individuo.
- d) Selección natural – adaptación.
- e) Variabilidad – acervo genético.

10. Realicen esquemas en sus carpetas que expliquen los casos de especiación vistos en el capítulo.

11. Expliquen con un ejemplo el significado de la siguiente frase: "La adaptación es una consecuencia de la selección natural".

1. Completan los espacios vacíos del siguiente esquema con los conceptos que correspondan.



**2. ¿Qué dificultades tuvieron al estudiar los temas de este capítulo? ¿Cómo los resolvieron?**

## EVOLUCIÓN Y MEDICINA

Si revisan brevemente lo expresado en las páginas iniciales de la sección Enfoques de este bloque (páginas 22 y 23) y en los capítulos 1 y 2, verán que a la herencia biológica, que es de índole genética, se suman las prácticas culturales vinculadas a las sociedades, en el caso de la especie humana. Estas podrían estar contribuyendo a remodelar el genoma humano, es decir, el contenido total de su material genético. Esta remodelación estaría favorecida por la selección indirecta de determinados genes a causa de las experiencias culturales que practican las personas durante largos períodos. Esa selección puede ser, consciente o inconscientemente, provocada por la intervención directa de los seres humanos sobre el ambiente (modificación del ambiente, contaminación por sustancias químicas o por radiaciones, etcétera). Los cambios ambientales no solo afectan a nuestra especie sino también a otras especies y a las interrelaciones entre ellas y de estas con el ser humano.

A modo de ejemplo podemos citar los cambios en la frecuencia del gen de la tolerancia a la lactosa en poblaciones humanas que desde hace unos 9.000 años practican la ganadería y consumen leche como alimento

habitual de los individuos adultos (la frecuencia del gen es la proporción de individuos que lo poseen). Las poblaciones occidentales que beben leche han sufrido una selección positiva que incrementó en ellas la frecuencia de los genes que favorecen la metabolización de la lactosa, el azúcar de la leche, en estadios adultos; mientras que otras poblaciones humanas, como las asiáticas, son intolerantes a la lactosa (lo mismo ocurre en los individuos adultos de todas las especies de mamíferos).

Los científicos calculan que unos dos mil genes humanos están acelerando su evolución por causas culturales, aproximadamente el 10% de los genes del genoma humano. Estos datos revelan la importancia de la coevolución genético-cultural.

Los cambios culturales de las sociedades industrializadas, que disponen de abundantes fuentes de alimento y de pocas exigencias de desgaste físico, incrementaron la frecuencia de enfermedades como la obesidad, la diabetes y la hipertensión. Asimismo, los cambios en las tecnologías médicas y sanitarias han elevado la esperanza de vida de la humanidad, lo que posibilita que haya más personas con enfermedades degenerativas como el cáncer y el mal de Alzheimer.

Este panorama plantea un serio reto respecto de cómo encarar la problemática de la salud. Todo proyecto biomédico que pretenda solucionar lo planteado antes debería contemplar los aspectos evolutivos de la biología humana, considerando el punto de vista expuesto por Dobzhansky al comienzo del bloque.

Sin embargo, aunque la biología aplica la teoría de la evolución en las diversas ramas disciplinares, la medicina, pese a tener a la biología como ciencia básica fundamental, no ha contemplado mucho las concepciones evolucionistas en sus hipótesis, teorías o doctrinas médicas.

Afortunadamente, desde la última década del siglo pasado se ha instalado una corriente biomédica denominada *medicina evolutiva*, que pretende incorporar el enfoque evolutivo en las interpretaciones acerca de la salud y la enfermedad de los seres humanos. Con este enfoque no se busca reemplazar los desarrollos que se han alcanzado en medicina, sino que se intenta incorporar en ella la mirada evolucionista propia de la biología actual.



La medicina ha logrado avances maravillosos, pero la inclusión en la investigación médica del enfoque evolutivo seguramente dará grandes frutos.



CERRAR SESIÓN

## ACTIVIDADES DE CIERRE DE BLOQUE

## PRODUCCIÓN Y PUBLICACIÓN DE UN VIDEO

En este trabajo les proponemos realizar, en grupos de no más de cinco integrantes, un video de divulgación en el que puedan mostrar las ideas principales del Bloque I, teniendo en cuenta los capítulos 1 y 2 y la sección Enfoques que inicia y finaliza el bloque.

## 1. REVISAR, RELEVAR Y ORGANIZAR INFORMACIÓN

Una vez conformado el grupo, revisen brevemente todo lo estudiado en el bloque y charlen entre ustedes hasta ponerse de acuerdo en cuáles son las ideas principales que relacionan todos esos contenidos. Así, podrán integrar los conocimientos aprendidos y organizarlos en un esquema de la forma que consideren adecuada.

Ya están en condiciones de comenzar a elaborar el video para. Cada grupo debe realizar las siguientes tareas previas, que se pueden distribuir entre los integrantes:

- Relevar información complementaria.** Buscar información sobre los temas que no se encuentren en el libro y que crean importantes para hacer el video.
- Organizar la información.** Jerarquizar la información que presentará el video y organizarla en una secuencia según el orden en que aparecerá cada dato.
- Buscar y seleccionar las imágenes.** Buscar en diferentes fuentes las imágenes que necesiten para ilustrar o acompañar la información que incluirán en el video.
- Armar el guion.** Escribir el texto que acompañará y explicará las imágenes que formen el video.
- Elegir la música.** Decidir si se utilizará o no un tema musical que acompañe al video.

## 2. CONSTRUIR CON OTROS: ELABORAR EL VIDEO

Una vez que hayan realizado lo anterior, deberán elegir, descargar e instalar el software para hacer el video. Hay muchos programas gratuitos y de fácil uso como *Windows Movie Maker* u *OpenShot* (ver ficha técnica a pie de página). Ambos programas permiten crear videos mediante fotos digitales, archivos de video y de audio.

Para utilizarlos deben colocar todo el material que usarán (filmaciones, imágenes y sonidos) en una misma carpeta y no mover los elementos hasta terminar de editar el video. Para agregar textos al video, solo deben utilizar la función “títulos” y así subtitar el corto. Una vez terminada la producción, pueden guardarla en la PC como un archivo de video y luego grabarla en pen drive, en un CD o en DVD, subirla a la web, etcétera.

## 3. COMPARTIR CON OTROS: PRESENTAR EL VIDEO

Una vez que todos los grupos hayan realizado la tarea, organicen la proyección de los videos y discutan:

- ¿Qué decisiones tomó cada grupo respecto de los contenidos más importantes?
- ¿Qué maneras de presentar la información eligió cada grupo para su video? ¿Le dieron más importancia a las imágenes o a los textos?

Finalmente, publiquen en Internet el video hecho por cada grupo, por ejemplo en YouTube o en Facebook.



Pantalla de edición de Windows Movie Maker.

## Ficha técnica

Herramienta	Dirección web	Tutorial	Utilidad
Windows Movie Maker	e-sm.com.ar/movie_maker	e-sm.com.ar/movietr	Editores de audio y video
OpenShot (Linux)	e-sm.com.ar/openshot	e-sm.com.ar/opentr	

CAPÍTULO  
3

### LA CÉLULA: UNIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL



La teoría celular • La célula como sistema abierto • Estructura básica de las células • Células procariotas y eucariotas • Célula animal y célula vegetal • El ciclo celular • Entrada y salida de materiales a la célula • Metabolismo y nutrición celular: respiración celular y fotosíntesis.

CAPÍTULO  
4

### NUTRICIÓN HUMANA: DIGESTIÓN Y CIRCULACIÓN



El cuerpo humano como un sistema

- Sistema digestivo: estructura y función • Ingestión, digestión, absorción y egestión • Enfermedades que afectan al sistema digestivo
- Alimentación y salud • Sistema circulatorio: estructura y función • El ciclo cardíaco • Enfermedades y hábitos que afectan al sistema circulatorio.

CAPÍTULO  
6

### NUTRICIÓN Y SALUD



Los alimentos y sus componentes

- Diferentes tipos de nutrientes • El concepto de dieta: dietas equilibradas y dietas desequilibradas • Requerimientos nutricionales • Desórdenes de la alimentación • Los alimentos transgénicos.

CAPÍTULO  
5

### NUTRICIÓN HUMANA: RESPIRACIÓN Y EXCRECIÓN

- Rol de los sistemas respiratorio y excretor en la nutrición • Sistema respiratorio: estructura y función • Ventilación pulmonar y hematosis • La salud del sistema respiratorio • Sistema excretor: estructura y función • La salud del sistema excretor • Integración de los sistemas de nutrición: homeostasis y respiración celular.



## INICIAR SESIÓN

AL COMER, ADEMÁS DE SACIAR EL HAMBRE, ALIMENTAMOS A TODAS LAS CÉLULAS DE NUESTRO CUERPO. LOS MATERIALES Y LA ENERGÍA DEL ALIMENTO DEBEN LLEGAR A CADA CÉLULA Y, A SU VEZ, DEBEN ELIMINARSE DEL ORGANISMO LOS DESECHOS QUE ESTAS PRODUCEN. ESTAS FUNCIONES INTEGRAN LA NUTRICIÓN Y SON REALIZADAS POR DIFERENTES ESTRUCTURAS CORPORALES.



## ACTIVIDADES

1. ¿Qué procesos que ocurren en nuestro cuerpo pueden reconocer en la imagen?
2. ¿Cómo llega el alimento hasta cada una de las células de la deportista?
3. ¿Cómo obtiene nuestro organismo la energía para realizar sus actividades?
4. Un deportista, ¿tiene requerimientos especiales en cuanto a su alimentación?, ¿por qué?
5. ¿Qué entienden por nutrición? ¿Qué sistemas piensan que están involucrados?
6. Considerando las respuestas que dieron a las preguntas anteriores, analicen los títulos y los temas de los capítulos del bloque y la imagen y el texto de esta página. Luego, expresen por escrito lo que creen que estudiarán en este bloque.

## EL HAMBRE EN EL MUNDO

EL HAMBRE NO ES PROBLEMA NUEVO PARA LA HUMANIDAD. EL SER HUMANO HA PASADO POR PERÍODOS DE HAMBRUNA DESDE QUE EXISTE EN LA TIERRA, EMPEZANDO POR LAS HAMBRES ESTACIONALES DE LOS CAZADORES-RECOLECTORES Y LAS QUE FIGURAN EN LOS RELATOS BÍBLICOS. SIN EMBARGO, EL HAMBRE NO HA SIDO CONSIDERADO COMO UN PROBLEMA DE LA HUMANIDAD HASTA TIEMPOS MUY RECIENTES. ATRÁS HAN QUEDADO LAS CREENCIAS DE ESTE FENÓMENO COMO UN CASTIGO DIVINO, UN HECHO DE LA NATURALEZA QUE SE DEBE ACEPTAR. A PESAR DE ELLO, EN LA ACTUALIDAD, MIENTRAS UNA PARTE DE LA POBLACIÓN MUNDIAL DERROCHA EL ALIMENTO, OTRA PADECE DE HAMBRE.

## LA REVOLUCIÓN VERDE

Hacia 1945, el mundo tenía un gran motivo para celebrar: tras seis largos años de muerte y horror, finalizaba la Segunda Guerra Mundial, en cuyo curso perdieron la vida alrededor de 60 millones de personas. Pero una vez concluida, un nuevo miedo generalizado se expande. La población mundial comienza a incrementarse rápidamente y la posible falta de alimento se vuelve una grave amenaza. Si continúa esta tendencia, en unos años la producción de alimentos tal como se la venía practicando no sería suficiente para dar de comer a todos los habitantes del planeta. Si los alimentos son necesarios para el funcionamiento de la célula y en consecuencia para la supervivencia, entonces, ¿cómo evitar una hambruna generalizada?

Es un agrónomo estadounidense llamado Norman Ernest Borlaug (1914- 2009), consciente del peligro no solo de desnutrición, sino también de los conflictos sociales y políticos que el hambre puede generar, quien se aboca a la tarea de investigar cómo producir más alimento en menos terreno. En la década de 1950, con el desarrollo

de las nuevas tecnologías y la ayuda de la comunidad científica internacional, logra establecer las bases para abastecer de recursos alimentarios a la gran cantidad de población emergente. Hasta ese momento las labores agrícolas eran realizadas por las personas con ayuda de animales, como bueyes y caballos. Con los avances tecnológicos que toda guerra origina, los campos se ven invadidos por tractores, arados mecanizados y camiones de carga. Al mismo tiempo, las semillas utilizadas tradicionalmente son reemplazadas por nuevas semillas de alto rendimiento; luego, con el advenimiento de la ingeniería genética, son transformadas genéticamente; se obtienen así cosechas más abundantes. Además, se implementa el uso de fertilizantes artificiales y plaguicidas sintéticos que deben aplicarse masivamente. Aumentar la producción con menos personas dedicadas al trabajo del agro se presenta como una gran victoria de las nuevas tecnologías sobre las antiguas prácticas agrícolas. Todos estos cambios realizados con el objetivo de incrementar la producción agrícola son el origen de la Revolución verde.

A pesar de que muchos comienzan a llamar la atención sobre los peligros que estas transformaciones en el campo podrían ocasionar, lamentablemente estas voces no son escuchadas y a partir de 1970, el nuevo modelo de modernización se expande a nivel mundial. Aunque la intención era acabar con el hambre en el mundo, los resultados fueron muy diferentes. Los campesinos que antes producían sus propias semillas se ven obligados a comprarlas cada año, al igual que los plaguicidas, los fertilizantes y las maquinaria. De pronto dependen económicamente de las grandes empresas del agro, con las que se endeudan y pasan a una situación de pobreza.



Con la Revolución verde la agricultura se vuelve dependiente de la maquinaria y de la utilización permanente de riegos.

Si bien la revolución logra una mayor producción de alimentos, trae como consecuencia no solo cambios sociales sino también importantes daños ambientales. El uso de fertilizantes artificiales deteriora la fertilidad de los suelos a tal punto que grandes extensiones de campos de cultivo ya no sirven para esos fines. Además, este tipo de agricultura requiere un gran consumo de energía: para mover los tractores y otras máquinas agrícolas se necesita combustible; para construir presas, canales y sistemas de irrigación hay que gastar energía; para fabricar fertilizantes y pesticidas se emplea petróleo; para transportar y comerciar por el mundo los productos agrícolas se consume combustible.

Se suele decir que la agricultura moderna es un gran sistema de conversión de energía, petróleo principalmente, en alimentos. Pero lo más paradójico de todo es que a pesar de todo ello, se podría alimentar a 14.000 millones de personas. Sin embargo, según la ONU (Organización de las Naciones Unidas), países como Angola, el Congo, Kenia y Sudán están en la lista de los veinte Estados donde el 80% de los niños padecen de mala nutrición. Los siguientes datos, publicados por la organización Programa Mundial de Alimentos (pueden acceder en e-sm.com.ar/progali), dan un panorama de la situación actual:

- La gran mayoría de las personas con hambre (827 millones) vive en países en vías de desarrollo, donde el 14,3% de la población está desnutrida.
- La desnutrición provoca la muerte de 2,6 millones de niños menores de 5 años por año, un tercio del total global de muertes en ese grupo de edad.
- Unos 66 millones de niños van a la escuela primaria con hambre en los países en vías de desarrollo.

- Las mujeres constituyen un poco más de la mitad de la población mundial, pero representan más del 60% de las personas con hambre en el mundo.

La producción agrícola mundial podrá ser suficiente para alimentar al doble de la población mundial.



827 millones de personas en el mundo padecen hambre.

1 de cada 7 personas están amenazadas por el hambre.

Otro tema importante para reflexionar es que gran parte de los alimentos que se producen no se destinan directamente al consumo humano, sino a la alimentación de animales de granja para satisfacer la dieta carnívora de la sociedad de consumo occidental, así como para la producción de grandes cantidades de caña de azúcar o palma para la producción de agrocombustibles para mezclar con los hidrocarburos tan demandados.

Lo más injusto es que en la mayoría de las ocasiones los productos de estas prácticas, que tantas desigualdades sociales e impactos ambientales provocan, terminan en manos de los países más desarrollados, donde las prácticas culturales permiten el derroche del alimento.

## PARA CHARLAR Y DEBATIR

En el 2002 una noticia conmovía a la población de nuestro país y a gran parte del mundo cuando una niña tucumana de 8 años lloró frente a las cámaras de televisión porque tenía hambre. La niña, se comprobó luego, sufría un agudo cuadro de desnutrición. El caso de Barbarita puso al descubierto el estado de desnutrición que sufrían 12.000 niños de esa provincia. Entre ese año y el 2003 se computó la muerte de 23 pequeños por malnutrición. En contrapartida, gran parte de la población mundial derrocha alimento a diario: alimentos

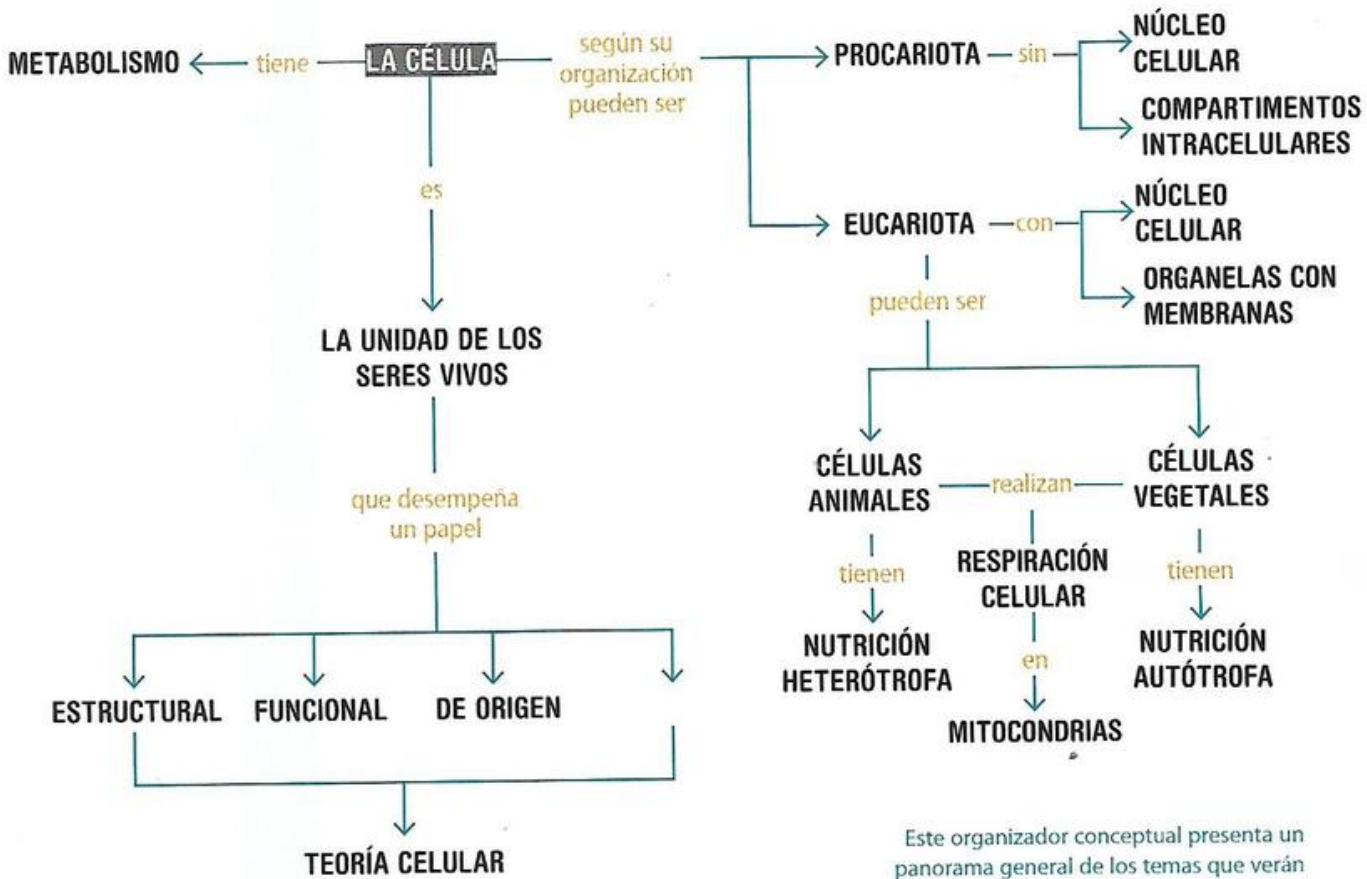
que se vencen, alimentos que sobran en nuestros platos, basta con prestar atención solo un momento a nuestras actitudes cotidianas con respecto a la comida. Toneladas de materia orgánica procedente de gran cantidad de hogares se convierten en desechos que generalmente son depositados en los grandes basurales. En este sentido, podríamos preguntarnos: si una gran parte de la población mundial no derrochara alimentos, ¿se solucionaría el problema del hambre en el mundo?, ¿por qué?

# LA CÉLULA: UNIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL

DESDE LA ANTIGÜEDAD, EL SER HUMANO SE HA PREGUNTADO QUÉ ES LA VIDA Y CÓMO SE ORIGINA. LAS RESPUESTAS A ESTO HAN SURGIDO DESDE LA FILOSOFÍA, LA RELIGIÓN Y LA BIOLOGÍA. LA INVENCIÓN DEL MICROSCOPIO EN EL SIGLO XVI, PERMITIÓ CONOCER UN NUEVO MUNDO, INVISIBLE AL OJO HUMANO. DE ESTA MANERA, LOS CIENTÍFICOS LLEGARON A DESCUBRIR QUE TODOS LOS SERES VIVOS ESTÁN FORMADOS POR CÉLULAS, Y QUE LA CÉLULA ES LA UNIDAD DE LA VIDA.

## LOS DISTINTOS TIPOS DE CÉLULAS

En el capítulo anterior se explicaron los conceptos centrales sobre la evolución de los seres vivos, y se hizo un recorrido por la historia de las teorías evolutivas. La célula representa la unidad básica de todos los seres vivos, y la evidencia de la existencia de un ancestro común. Sin embargo, no todas las células son iguales. En este capítulo veremos los distintos tipos de células que existen, discutiremos las características estructurales y funcionales comunes a todas ellas, y las propias de cada uno de estos grupos celulares.



Este organizador conceptual presenta un panorama general de los temas que verán en el capítulo. ¿Pueden entender todo el organizador? ¿Qué temas recuerdan?

# LA TEORÍA CELULAR

Tras la invención del microscopio, por el holandés Zacharias Janssen entre 1595 y 1605, otros naturalistas continuaron con la observación microscópica de tejidos animales y vegetales. Pero la idea de la célula como unidad básica de los seres vivos se consolidó recién unos doscientos años después, gracias al aporte de estudiosos como Matthias Schleiden, Theodor Schwann y Rudolf Virchow, cuyos descubrimientos permitieron formular la **teoría celular**. Esta explica la constitución de la materia viva a partir de la célula y el rol de la célula como la unidad estructural, funcional y de origen de los seres vivos.

## POSTULADOS DE LA TEORÍA CELULAR

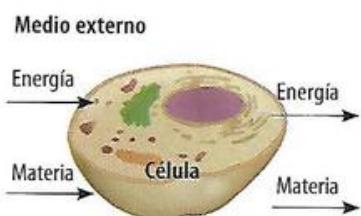
### LA CÉLULA

**Unidad estructural.** Todos los seres vivos están constituidos por una o más células.

**Unidad funcional.** Cada célula realiza todas las funciones vitales: relación, nutrición y reproducción.

**Unidad reproductiva.** Tiene la información genética que necesita para su control y que se transmite de una generación a otra.

Toda célula proviene de otra célula que le dio origen.



Las células intercambian materia y energía con el medio y las transforman, así realizan sus funciones vitales y se mantienen en equilibrio.

La teoría celular es un principio unificador muy importante en biología porque identifica la unidad estructural y funcional básica común a todos los seres vivos. Por este motivo, esta teoría evidencia la existencia de un ancestro común a todos los seres vivos.

Otro concepto muy importante relacionado con esta teoría, es el de la célula como un **sistema abierto**, ya que mientras realizan sus funciones, las células intercambian materia y energía con el medio que las rodea.

## LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN

La organización es una de las principales características de la vida y de los seres vivos. La teoría celular afirma que todos los seres vivos están constituidos por células. Pero existen distintos niveles de jerarquía de la vida, antes y después del celular.

Las células están formadas por un conjunto de organelas, que a su vez están constituidas por moléculas que se agrupan y ordenan en el espacio. Las moléculas están formadas por átomos, que se unen por medio de enlaces químicos.

El nivel celular es considerado como el primer nivel biótico. Luego, las células especializadas se agrupan para formar tejidos, y estos se asocian formando órganos, que interconectados entre sí, constituyen los sistemas del organismo. Los organismos pueden estar formados por muchas células, en cuyo caso son pluricelulares. Pero también existen organismos formados por una única célula, llamados unicelulares.

Cada nivel de jerarquía representa un incremento en la complejidad de organización, y está formado por unidades básicas del nivel anterior.

Nivel organelas



Mitocondria

Nivel células



Célula del hueso

Nivel tejidos



Tejido óseo

Nivel órganos



Hueso

Nivel sistema de órganos



Sistema óseo o esquelético

Nivel organismo complejo



Ciervo

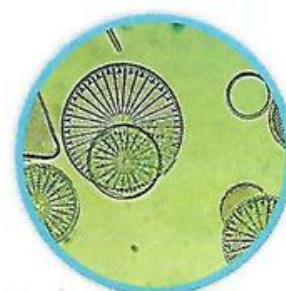
## ESTRUCTURA BÁSICA DE LAS CÉLULAS

En la naturaleza existe una gran variedad de seres vivos que están formados por distintos tipos de células con una gran diversidad de formas, tamaños y funciones. Sin embargo, todas comparten ciertas características a nivel estructural y funcional.

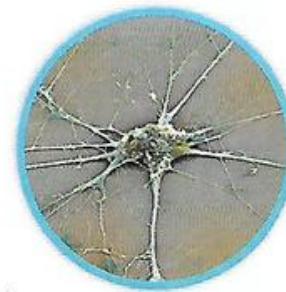
A nivel estructural, las células están rodeadas por una **membrana plasmática**, que delimita el espacio interno formado por su **citoplasma**. Además, poseen su propio **material genético o hereditario**, y **ribosomas**. Veamos cada una de estas estructuras.



Ameba.



Diatomea.



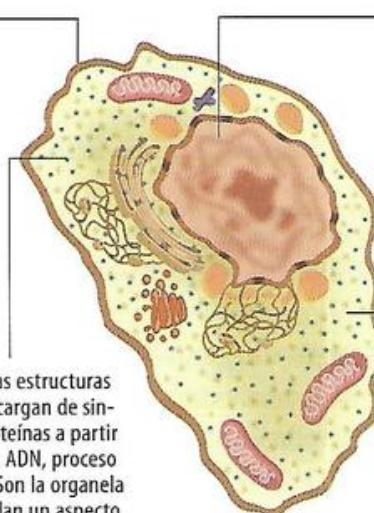
Neurona.



Glóbulo rojo.

En estas microfotografías se observa la diferencia en cuanto a la forma de distintos tipos celulares.

**Membrana plasmática.** Estructura que rodea, limita y da forma a la célula, separándola de su medio externo. Contribuye a mantener el equilibrio entre el interior y el exterior de la célula, regulando la entrada y la salida de sustancias.



**Ribosomas.** Pequeñas estructuras globulares que se encargan de sintetizar o elaborar proteínas a partir de la información del ADN, proceso llamado traducción. Son la organela más abundante y le dan un aspecto granuloso al citoplasma celular.

**Material hereditario.** Se encuentra en las moléculas de ADN o ácido desoxirribonucleico. El ADN cumple con una doble función: transmite información genética de la célula madre a las células hijas y contiene información que dirige y controla el funcionamiento de la propia célula.

**Citoplasma.** Contenido celular que se encuentra dentro de la membrana plasmática, excepto en la región donde está el material genético. El 85% del citoplasma está formado por agua, proteínas, sales, minerales y otras sustancias orgánicas. En él se realizan reacciones químicas esenciales para el funcionamiento de la célula. Se lo conoce como matriz citoplasmática.

## COMPONENTES ESTRUCTURALES COMUNES A TODAS LAS CÉLULAS

A nivel funcional, todas las células también comparten ciertos rasgos en común. En primer lugar, todas realizan las tres funciones vitales: nutrición, relación y reproducción.

- **Nutrición.** Capacidad de la célula de intercambiar materia y energía del medio y transformarla en materia o energía aprovechable para su supervivencia.
- **Relación.** Capacidad que tienen las células de captar y responder a estímulos.
- **Reproducción.** Capacidad de duplicar su material genético y transmitirlo a las células hijas formando células semejantes a ellas.

Además, las células usan **enzimas** como **catalizadores**. Estas sustancias disminuyen la energía de activación de las reacciones, permitiéndole que realice sus funciones vitales a una velocidad compatible con la vida.

## TIPOS CELULARES

La característica en común que tienen todos los seres vivos es que están formados por células. Sin embargo, algunos seres vivos, como las bacterias, son unicelulares, mientras que otros, como los animales, son multicelulares y están constituidos por grupos de células que se diferencian y cumplen determinadas funciones. La forma y el tamaño de las células varían de acuerdo con la función que cada una tenga.

# PRINCIPALES TIPOS DE CÉLULAS

Como se mencionó, no todas las células son iguales. De acuerdo con su estructura, y su organización celular básica, se diferencian dos tipos principales de células: las **células procariotas** y las **células eucariotas**.

## LAS CÉLULAS PROCARIOTAS

Las células procariotas (del griego *pro*: antes, y *karyon*: núcleo) carecen de compartimentos internos rodeados por dobles membranas, y en consecuencia, no tienen un núcleo verdadero. El ADN se encuentra libre en el citoplasma, y consiste en una única molécula circular, es decir, unida por sus extremos.

Entre las otras estructuras de las células procariotas se encuentran los ribosomas, encargados de la síntesis de las proteínas, la membrana plasmática, la pared celular, y en algunos casos, una cápsula. Además, la mayoría de estas células también presenta estructuras filamentosas en su superficie, como los pili, que intervienen en el intercambio de genes con otras células o el flagelo bacteriano, que permite a la célula impulsarse.

Debido a que no tienen compartimentos, todas las reacciones químicas de estas células ocurren en el citoplasma. Sin embargo, a pesar de tener una estructura sencilla, las células procariotas disponen de la maquinaria necesaria para su automantenimiento y su reproducción.

Los seres vivos compuestos por **células procariotas** son todos **unicelulares**. Existen dos tipos de ellos: las eubacterias o bacterias verdaderas, y las arqueas o arquobacterias.

## LAS CÉLULAS EUCA RIOTAS

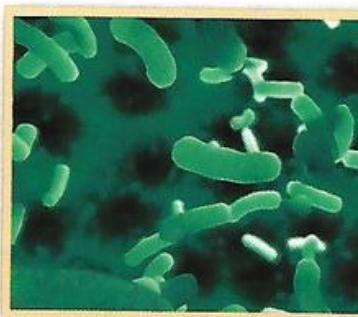
Las células eucariotas (del griego *eu*: verdadero, y *karyon*: núcleo) se denominan así porque poseen un compartimento especial, denominado **núcleo celular**, que aloja al material genético. El ADN eucariota se encuentra asociado a proteínas y tiene una organización mucho más compleja que el ADN procariota.

Además del núcleo, estas células poseen en su citoplasma otras estructuras rodeadas por membranas, denominadas **organelas**, que cumplen con funciones específicas, como la respiración celular o la digestión de diversas sustancias. La función principal de las membranas internas es asegurar que las condiciones dentro de las organelas sean distintas de las del citoplasma. Las organelas se distribuyen en el citoplasma, sostenidas por una red de fibras formada por proteínas, denominada **citoesqueleto**.

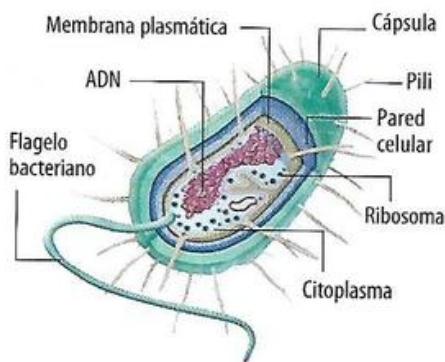
Las células de los hongos, los protozoos, los animales y las plantas son eucariotas. Más adelante en el capítulo veremos con más detalle las organelas que poseen las células eucariotas, y sus respectivas funciones.

El paso de procariotas a eucariotas significó un gran salto en la complejidad de los seres vivos y uno de los más importantes de la evolución. Se cree que el origen de los eucariotas se debe a sucesivas asociaciones simbióticas entre células procariotas.

Entre las células eucariotas existe una gran diversidad de formas, tamaños y otras características relacionadas con el organismo que integran y la función que cumplen. Sin embargo, se distinguen dos grandes tipos de ellas: células animales y células vegetales.



Las bacterias son procariotas unicelulares. Son los organismos más numerosos del planeta.



Estructura básica de una célula procariota.

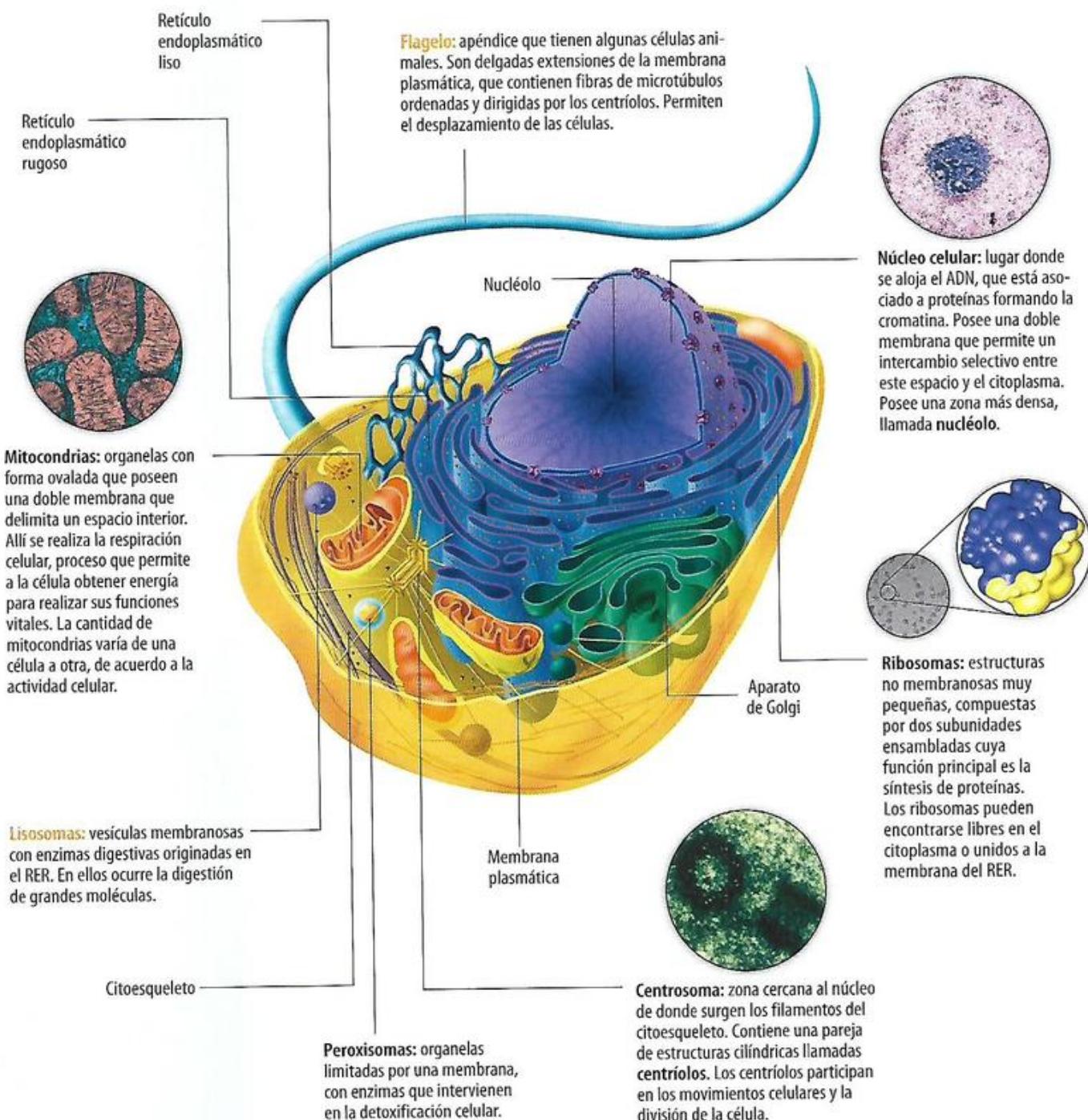
## ACTIVIDADES

7. Identifiquen las similitudes y las diferencias entre las células procariotas y las células eucariotas
8. ¿Cuál es la diferencia entre el material genético de las células procariotas y de las eucariotas?

## LA CÉLULA ANIMAL Y LA CÉLULA VEGETAL

Las células animales y las vegetales tienen la misma organización básica, típica de las células eucariotas, pero poseen estructuras que las diferencian. A continuación se presenta la estructura básica de la célula animal y, en la página siguiente, la de la célula vegetal. Los nombres de las estructuras comunes a ambos tipos de células se hallan en color negro, las propias de la célula animal en naranja y las de la célula vegetal en verde.

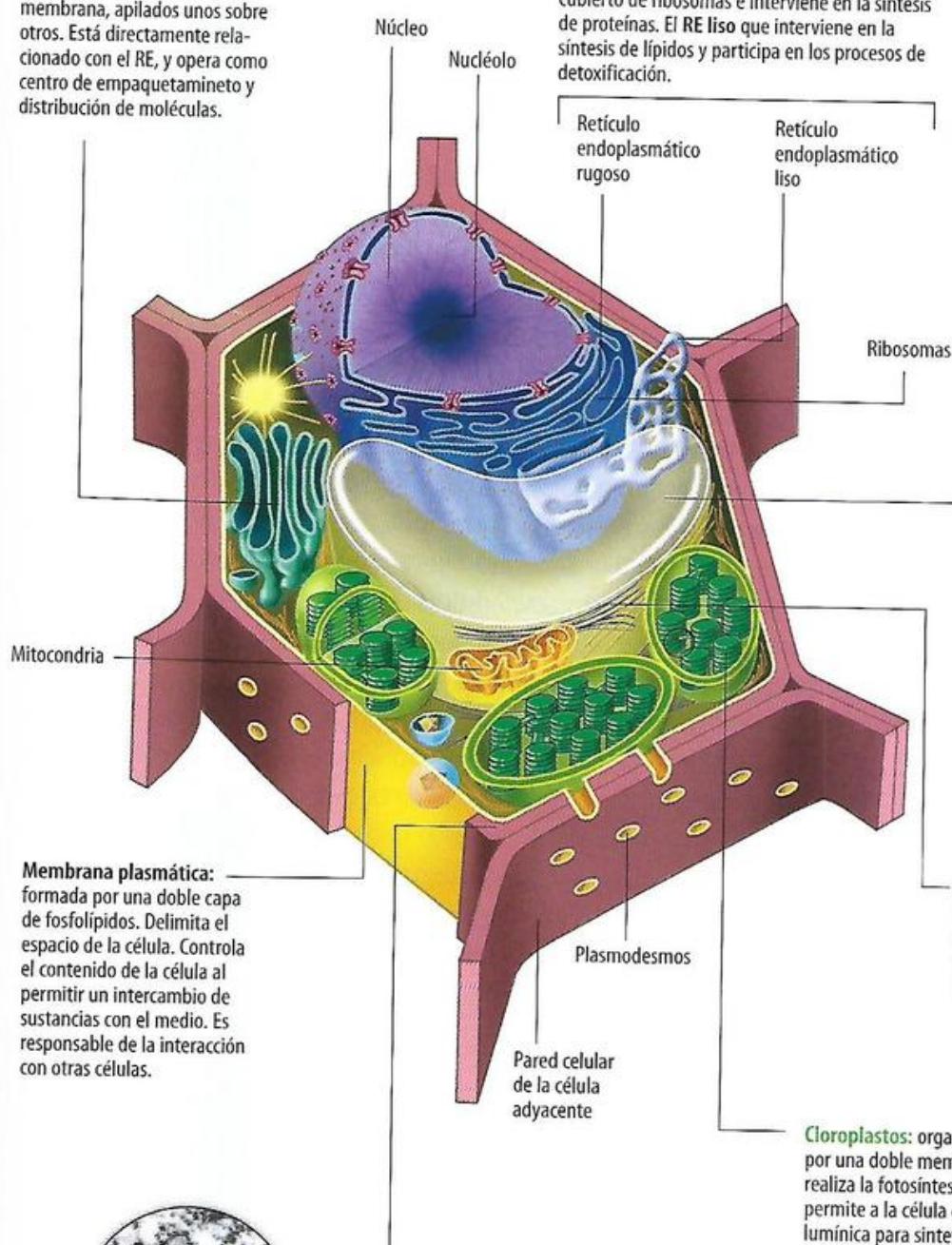
### ESTRUCTURA BÁSICA DE LA CÉLULA ANIMAL



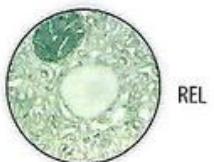
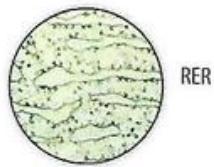
## ESTRUCTURA BÁSICA DE LA CÉLULA VEGETAL

Las células vegetales carecen de centrioles, y en cambio tienen otras organelas y estructuras exclusivas, que no se encuentran en la célula animal, cuyos nombres se presentan resaltados en color verde.

**Aparato de Golgi:** conjunto de sacos aplastados, limitados por membrana, apilados unos sobre otros. Está directamente relacionado con el RE, y opera como centro de empaquetamiento y distribución de moléculas.



**Reticulo endoplasmático (RE):** sacos aplastados, que se forman a continuación de la membrana plasmática. Hay dos tipos: el RE rugoso que está cubierto de ribosomas e interviene en la síntesis de proteínas. El RE liso que interviene en la síntesis de lípidos y participa en los procesos de detoxificación.



Mitochondria

**Membrana plasmática:** formada por una doble capa de fosfolípidos. Delimita el espacio de la célula. Controla el contenido de la célula al permitir un intercambio de sustancias con el medio. Es responsable de la interacción con otras células.



**Pared celular:** cubierta externa compuesta por fibras de celulosa. Otorga rigidez y define la estructura celular, dando soporte a los tejidos y protegiendo el contenido celular. Posee plasmodesmos, perforaciones que forman canales que permiten la comunicación intercelular.

Retículo endoplasmático rugoso

Retículo endoplasmático liso

Ribosomas

Mitochondria

**Membrana plasmática:** formada por una doble capa de fosfolípidos. Delimita el espacio de la célula. Controla el contenido de la célula al permitir un intercambio de sustancias con el medio. Es responsable de la interacción con otras células.

**Pared celular:** cubierta externa compuesta por fibras de celulosa. Otorga rigidez y define la estructura celular, dando soporte a los tejidos y protegiendo el contenido celular. Posee plasmodesmos, perforaciones que forman canales que permiten la comunicación intercelular.

**Gran vacuola:** rodeada por una membrana, tiene la función de almacenar, principalmente agua y sales. Ocupan hasta el 90% del volumen celular y ayudan a mantener la forma.



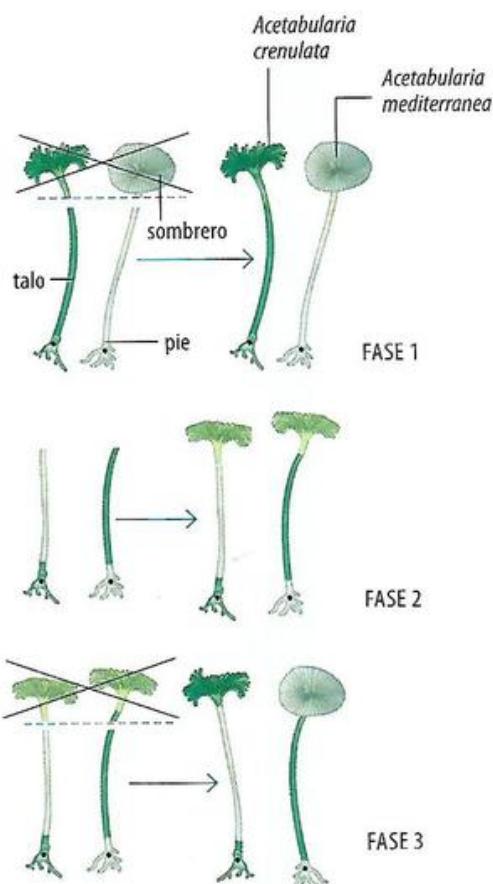
**Citoesqueleto:** filamentos que se distribuyen por el citoplasma formando una red que constituye el esqueleto de la célula, le da forma y permite el sostén y el movimiento intracelular de las organelas.



**Cloroplastos:** organelas formadas por una doble membrana donde se realiza la fotosíntesis, proceso que permite a la célula captar la energía lumínica para sintetizar azúcares.

# EL DESCUBRIMIENTO DE LA FUNCIÓN DEL NÚCLEO CELULAR

El primer dibujo conocido del núcleo celular data del siglo XVII y fue realizado por Leeuwenhoek, pero no fue hasta el siglo XX que se comenzó a conocer el rol que cumple cuando, hacia 1943, el biólogo danés Joachim Hämmerling (1901-1980) realizó un original experimento con dos especies de algas marinas del género *Acetabularia*.



Estas están formadas por una única célula, tan grande que puede verse a simple vista y con tres secciones bien marcadas: un sombrero, un talo y un pie que alberga al núcleo celular. Las especies que usó fueron *Acetabularia crenulata*, con sombrero con forma de pétalos, y *Acetabularia mediterranea*, con sombrero más liso. Su experimento tuvo tres fases:

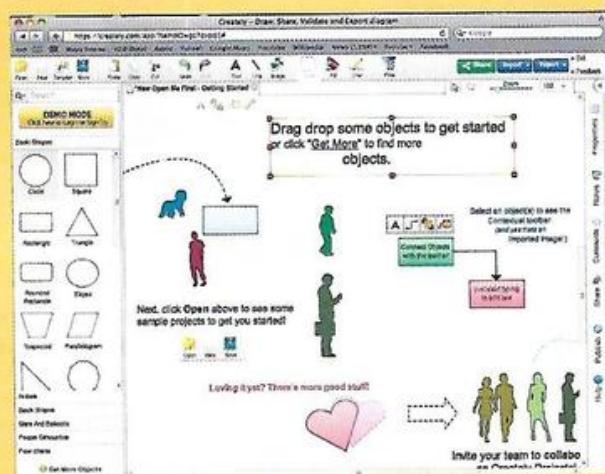
- **Fase 1.** Hämmerling tomó un ejemplar de cada alga, les cortó el sombrero y observó que cada una, rápidamente, comenzaba a generar un sombrero nuevo, idéntico al que le había cortado.
- **Fase 2.** Tomó otras dos algas, una de cada especie, les cortó los sombreros y los desechó. Luego les cortó los pies e injertó el pie de cada una en el talo de la otra: al talo de *A. crenulata* le implantó el pie con el núcleo de *A. mediterranea* y al talo de *A. mediterranea* el pie con el núcleo de *A. crenulata*. En ambos casos se formó un nuevo sombrero, pero con un aspecto intermedio al de ambas algas.
- **Fase 3.** A las algas resultantes de la fase 2 les cortó el sombrero de aspecto intermedio. Se formó nuevamente un sombrero en cada una, pero esta vez con las características de la especie del pie.

Hämmerling dedujo que el núcleo dirige la síntesis de sustancias que pasan al citoplasma y definen la forma del sombrero. En la fase 2 había en el citoplasma del talo sustancias producidas por el núcleo original a las que se sumaron las producidas por el nuevo: esto generó sombreros con características intermedias de ambas especies. Pero en la fase 3 las sustancias generadas por el núcleo original se agotaron y prevalecieron las del nuevo núcleo, que determinaron la formación del sombrero.

## HERRAMIENTAS

### Esquemas online y compartidos

Muchos sitios web ofrecen herramientas para hacer organizadores gráficos de información. Una de las más usadas es Creately ([e-sm.com.ar/creately](http://e-sm.com.ar/creately)). Pueden crear una cuenta gratuita que permite trabajar en grupos de hasta cuatro personas: un administrador y tres colaboradores, para crear esquemas completos *online*. El sitio está en idioma inglés, pero la herramienta se encuentra en español. Los esquemas pueden ser publicados en el mismo sitio y compartidos con otros usuarios. Formen grupos de cuatro integrantes y hagan esquemas que expliquen y grafiquen el experimento de Hämmerling. Luego, intercambien sus producciones entre los diferentes grupos.



# EL CICLO CELULAR

Se denomina **ciclo celular** al conjunto ordenado de sucesos que conducen al crecimiento celular, y a la división en dos células hijas. Según el ciclo celular, la célula puede encontrarse en dos estados bien diferenciados:

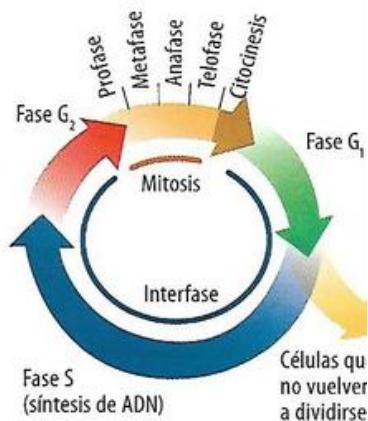
- **Interfase.** Etapa más larga del ciclo en la cual la célula realiza sus funciones específicas. Se divide, a su vez, en tres etapas: las fases **G<sub>1</sub>** y **G<sub>2</sub>**, que representan períodos de crecimiento celular, en los cuales hay mucha actividad de síntesis de proteínas y ARN, y la **fase S**, durante la cual la célula duplica su material genético, preparándose para la división celular.
- **División celular o fase M.** Corresponde a la etapa donde se lleva a cabo la división celular, que veremos en detalle más adelante.

La mayoría de las células están en el ciclo celular, y se las denomina **proliferantes**. Sin embargo, existen algunas células que permanecen en un estado de "quietud", sin dividirse ni disponerse a hacerlo. A estas células se las denomina "quiescentes", y se dice que se encuentran en una etapa llamada **G<sub>0</sub>**, que se encuentra fuera del ciclo celular.

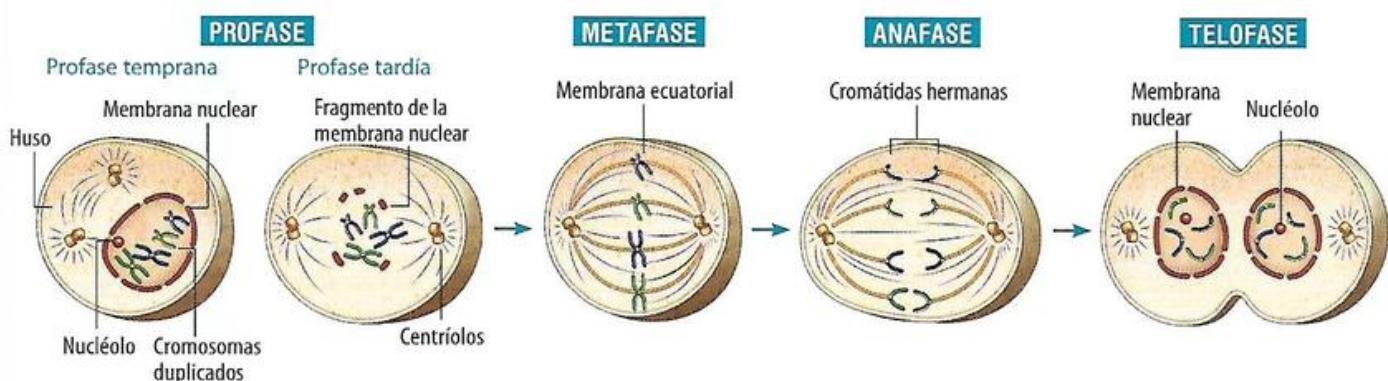
## LA DIVISIÓN CELULAR

La división celular es un proceso que se da en dos etapas: primero ocurre la división del material genético previamente replicado, llamada **mitosis**, y luego, se completa la división del citoplasma, llamada **citocinesis**.

La mitosis y la citocinesis hacen posible la formación de nuevas células idénticas a las originales. En los organismos unicelulares, esto permite la reproducción asexual (formación de nuevos individuos), mientras que en los organismos pluricelulares que estos crezcan y puedan reparar tejidos dañados. En las células sexuales de los organismos que se reproducen sexualmente ocurre otro tipo de división celular denominada meiosis. A continuación veamos en qué consiste cada una de las etapas de la mitosis.



En la mayoría de las células, la interfase ocupa casi el 90% del ciclo celular.



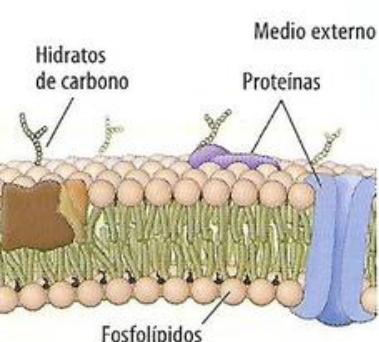
**Profase.** La cromatina duplicada en la fase S comienza a descondensarse y se forman los cromosomas. Los centriolos migran hacia los polos y comienza a formarse el huso mitótico (estructura sobre la que se acomodan y mueven los cromosomas durante la división). Se desintegra la membrana nuclear y desaparece el núcleo. Estos cambios comienzan en la **profase temprana** y se consolidan en la **profase tardía**.

**Metafase.** En esta etapa la membrana nuclear y el núcleo ya han desaparecido por completo. Los cromosomas duplicados se acomodan sobre el huso mitótico, alineándose en el plano ecuatorial de la célula.

**Anafase.** Los microtúbulos que forman el huso mitótico se acortan, provocando que los cromosomas "dobles" (con la información duplicada) se separen en cromosomas "simples" (una única cromatide). Los cromosomas simples migran hacia polos opuestos de la célula.

**Telofase.** Comienza cuando los cromosomas simples llegan a los polos. La célula comienza a recuperar las condiciones anteriores a la división: se desintegra el huso mitótico y se vuelven a formar la membrana nuclear y el núcleo. En gran parte de las células, en este punto comienza la **citocinesis**.

# LA MEMBRANA PLASMÁTICA



Los hidratos de carbono de la membrana tienen funciones de sostén y reconocimiento, mientras que las proteínas tienen funciones estructurales y de control de las sustancias que entran y salen.

La membrana plasmática es una estructura que se encuentra en todos los tipos de células, y que cumple con la función esencial de definir los límites celulares y mantener las diferencias químicas entre su interior y el medio externo. La membrana plasmática tiene un rol crucial en el transporte de moléculas: se trata de una estructura semipermeable que permite la entrada de algunas sustancias dentro de la célula, y obstruye el paso de otros. Esta regulación selectiva se denomina **permeabilidad selectiva**.

La composición química de la membrana plasmática varía entre células, pero se puede estudiar de forma general. Según el **modelo de mosaico fluido**, desarrollado en 1972, la membrana plasmática es una estructura dinámica compuesta por una doble capa de fosfolípidos o **bicapa fosfolipídica**, a la cual se unen proteínas e hidratos de carbono.

Debido a que los fosfolípidos poseen doble afinidad (sus colas rechazan el agua, y sus cabezas son afines al agua), en medios acuosos estas moléculas se distribuyen espacialmente de forma que las colas se enfrentan, y sus cabezas quedan expuestas hacia el entorno acuoso.

## MECANISMOS DE TRANSPORTE A TRAVÉS DE LA MEMBRANA PLASMÁTICA

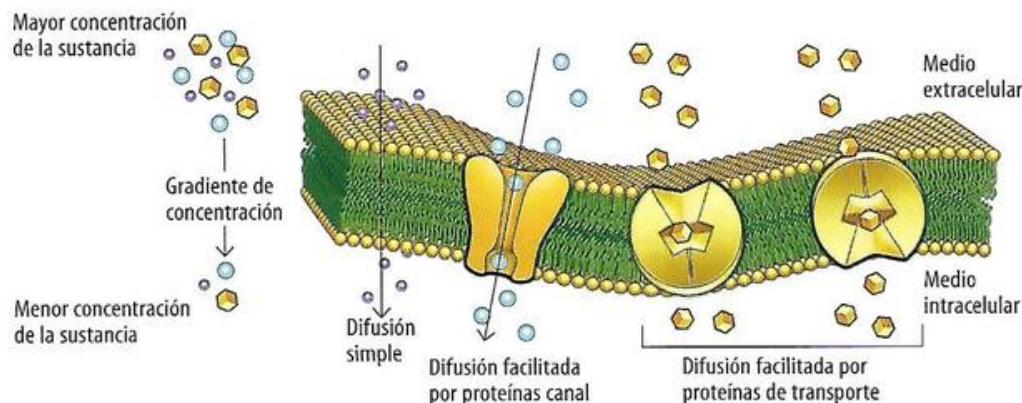
La permeabilidad selectiva de la membrana plasmática permite que todas las sustancias esenciales para la célula puedan ingresar a ella y que las sustancias de desecho, que son tóxicas, puedan ser eliminadas, aunque el tamaño de sus moléculas sea considerablemente grande. Hay dos tipos de transporte de moléculas a través de la membrana: el **pasivo**, que no requiere energía, y el **activo**, que implica un gasto energético para la célula.

El **transporte pasivo** ocurre por **difusión**, cuando una sustancia se mueve desde donde está en mayor concentración hacia donde está en menor concentración; es decir, a favor del gradiente de concentración. La forma más sencilla de transporte pasivo es la **difusión simple**, que es el paso de moléculas pequeñas, como oxígeno, dióxido de carbono y sales, directamente a través de la bicapa fosfolipídica. Cuando la sustancia que difunde es agua, el fenómeno se llama **ósmosis**. Otra forma de transporte pasivo es la **difusión facilitada**, en la cual las moléculas de mayor tamaño son transportadas a través de la membrana por **proteínas de canal** o **canales iónicos**, que forman especies de canales por los que pasan las sustancias, o por **proteínas de transporte**, que cambian su conformación y dejan pasar una partícula de un lado al otro de la membrana.

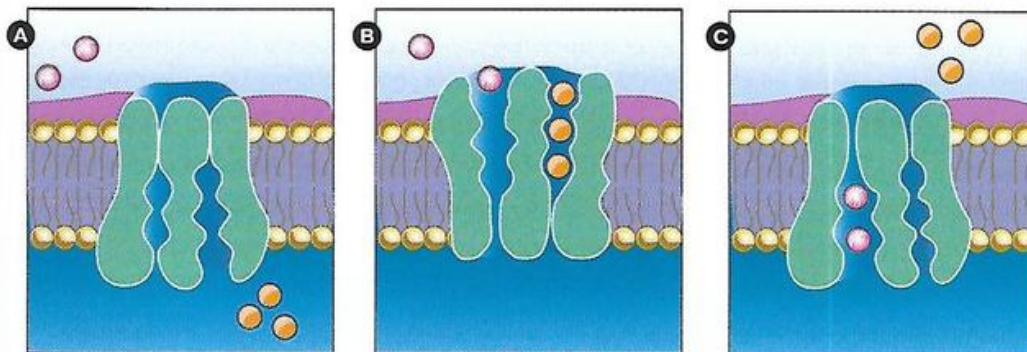
## TRANSPORTE A TRAVÉS DE LA MEMBRANA



Tipos de transporte pasivo a través de la membrana:



El **transporte activo** requiere un gasto de energía celular, ya que las sustancias deben atravesar la membrana en contra de su gradiente de concentración. En la membrana plasmática hay proteínas que actúan como bombas, al transportar sustancias hacia fuera o hacia dentro de la célula. Por ejemplo, la **bomba sodio-potasio (bomba Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>)** es una proteína que utiliza energía del ATP y es capaz de transportar dos tipos de partículas al mismo tiempo, pero en sentido opuesto. Veamos cómo funciona.



Tres iones Na<sup>+</sup> que están en el medio intracelular se unen a la proteína canal, utilizando energía.

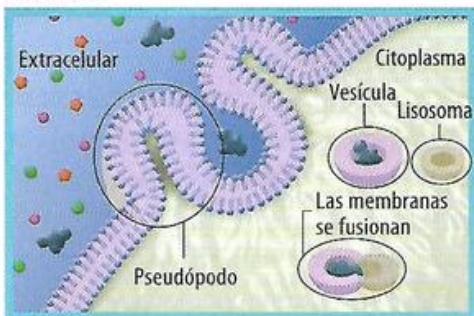
Ocurre un cambio en la conformación de la proteína canal que permite que los iones Na<sup>+</sup> atraviesen la membrana plasmática y que dos iones K<sup>+</sup> se unan a la proteína canal.

Los iones Na<sup>+</sup> son liberados al medio extracelular y los iones K<sup>+</sup> ingresan al medio intracelular. En este proceso se gasta un ATP.

Las células animales contienen en su interior alrededor de veinte veces más potasio que en el exterior celular, mientras que el sodio está mucho más concentrado en el exterior. Si no existiese esta bomba ¿qué sucedería con estos iones?

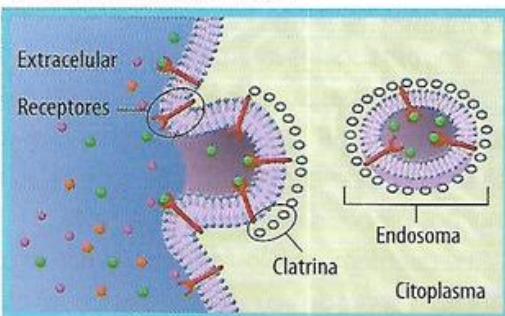
Otro tipo de transporte activo es el **transporte en masa**, que consiste en el ingreso y egreso de determinada masa de partículas mediante vesículas de membrana. Si las partículas son de gran tamaño, la membrana plasmática puede deformarse, englobarlas y formar una vesícula que las lleva al interior de la célula. Este proceso se conoce como **endocitosis**, y tiene tres variantes: la **fagocitosis**, si las sustancias son sólidas, la **pinocitosis** si son líquidas, y la **endocitosis mediada por receptor**, cuando las moléculas que ingresan a la célula primero se fijan a la membrana a través de proteínas de reconocimiento específicas. Por otra parte, cuando la célula elimina o expulsa sustancias de gran tamaño a través de la formación de vesículas, el fenómeno se llama **exocitosis**.

#### Fagocitos



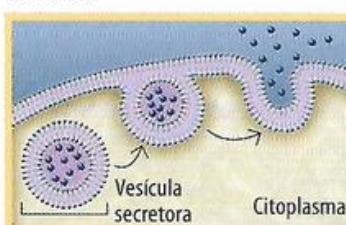
**Fagocitosis.** Durante la fagocitosis la membrana produce unas proyecciones denominadas pseudópodos. Estas, envuelven la sustancia que se transportará, formando la vesícula. Al entrar en la célula, la vesícula se fusiona con un lisosoma, que posee enzimas digestivas.

#### Endocitosis mediada por receptor

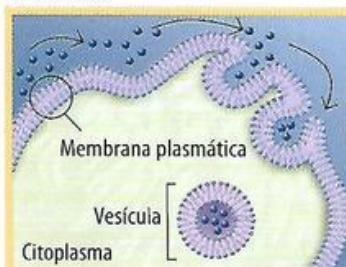


**Endocitosis mediada por receptor.** Las moléculas que serán transportadas se unen a receptores específicos sobre la membrana plasmática. Luego, las moléculas unidas a su receptor se concentran en regiones ricas en una proteína llamada clatrina. Aquí se produce la vesícula endocítica que luego dará lugar al endosoma (estructura que transporta el material ingresado).

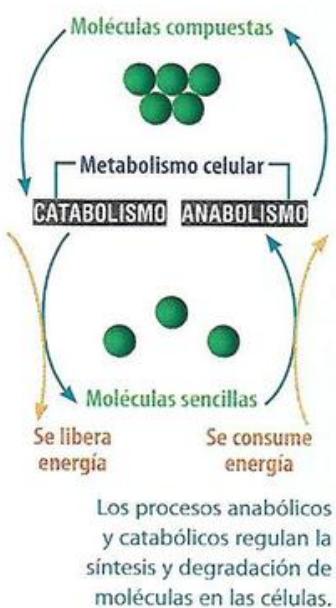
#### Exocitosis



#### Pinocitosis



# EL METABOLISMO CELULAR



Aunque en una observación microscópica la célula parece una estructura estática, en realidad es una entidad en constante cambio. En su interior ocurren constantemente numerosos procesos físico-químicos que permiten a la célula cumplir con sus funciones vitales, como crecer, reparar sus tejidos y reproducirse. El conjunto de todas estas reacciones se denomina **metabolismo celular**. Existen dos tipos básicos de procesos metabólicos: los de síntesis o **anabólicos** y los de degradación o **catabólicos**. El metabolismo celular es el resultado de la interacción entre ambos tipos de procesos.

- En los **procesos anabólicos**, la célula elabora o sintetiza sustancias complejas, a partir de otras simples que incorpora del medio externo, lo que le permite elaborar sus propios componentes o sustancias de reserva. Las reacciones anabólicas para llevarse a cabo requieren energía. Esta puede obtenerse de distintas fuentes, como la luz solar (en el caso de las plantas que fotosintetizan), o la energía química almacenada en otros compuestos (en el caso de la síntesis de proteínas). Uno de los procesos anabólicos más importantes es la **fotosíntesis**, proceso que será explicado en detalle más adelante.
- En los **procesos catabólicos**, las sustancias más complejas se degradan en otras más simples. En contrapartida a lo que sucede en el anabolismo, las reacciones catabólicas se producen con liberación de energía, que puede luego ser usada para otros procesos anabólicos, como la síntesis de proteínas, o el transporte de sustancias a través de la membrana. Esto representa un claro ejemplo de la fuerte interacción entre el anabolismo y el catabolismo, y de la importancia de este equilibrio para la supervivencia de la célula. Uno de los procesos catabólicos más importantes es la **respiración celular**, que también veremos en detalle más adelante.

## RUTAS METABÓLICAS

En las células se produce una gran cantidad de reacciones metabólicas, tanto anabólicas como catabólicas. Por lo general, estas no son independientes entre sí, sino que se encuentran asociadas formando **rutas** o **vías metabólicas**, es decir, secuencias ordenadas de reacciones en las que el producto final de una reacción es el sustrato inicial de la siguiente. Los compuestos intermedios que se forman en la ruta se denominan **metabolitos intermediarios**.

Todas las reacciones de una vía metabólica están catalizadas por enzimas específicas. Las **enzimas** son proteínas especiales que permiten o aceleran las reacciones químicas de síntesis o de degradación de sustancias, y por lo tanto, su papel es fundamental en muchos procesos metabólicos celulares.

Frecuentemente, los **metabolitos** o productos finales de una ruta suelen ser sustancias a partir de las cuales se inician las reacciones de otras rutas, por lo que las rutas metabólicas están enlazadas entre sí formando **redes metabólicas complejas**.



## TIPOS DE NUTRICIÓN CELULAR

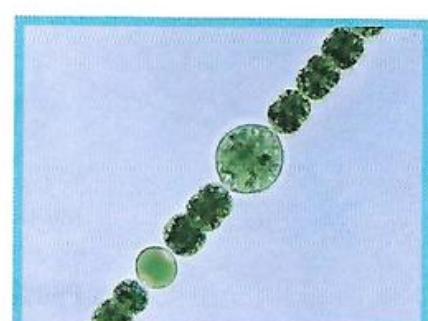
La **nutrición celular** es el conjunto de procesos por medio de los cuales las células intercambian materia y energía con su medio, para poder llevar a cabo sus funciones vitales, como relacionarse y reproducirse. Se pueden distinguir dos tipos de nutrición celular: autótrofa y heterótrofa.

Las células con **nutrición autótrofa** (del griego *auto*: uno mismo y *trofos*: alimentarse), son capaces de elaborar su propio alimento a partir de una fuente de energía, y compuestos inorgánicos sencillos que obtienen del medio. Entre los organismos que poseen este tipo de células encontramos distintos grupos:

- **Quimioautótrofos.** Estos organismos son distintas clases de bacterias, que utilizan la energía química, liberada por la oxidación de determinadas sustancias inorgánicas (como compuestos de azufre, nitrógeno y hierro), para sintetizar compuestos orgánicos a partir del dióxido de carbono y el agua que obtienen del medio.
- **Fotoautótrofos.** Estos organismos, como las plantas, las algas unicelulares y multicelulares, y algunas bacterias, realizan la **fotosíntesis**. Este proceso les permite sintetizar moléculas orgánicas complejas a partir de moléculas inorgánicas simples como dióxido de carbono y agua, utilizando la luz solar como fuente de energía.



En las chimeneas hidrotermales, los productores primarios son bacterias quimiosintetizadoras.



Las plantas, las algas y las cianobacterias obtienen su alimento a partir del proceso de fotosíntesis.

Las células con **nutrición heterótrofa** (del griego *hetero*: distinto y *trofos*: alimentarse), no son capaces de producir su propio alimento a partir de sustancias simples, y por lo tanto, deben obtenerlo a partir de materia orgánica que ha sido elaborada por otros seres vivos. Entre los organismos que poseen este tipo de células encontramos a todos los animales, los hongos, algunos protozoos y algunas bacterias. Aunque las plantas son organismos autótrofos, también poseen este tipo de células en las partes no verdes de sus cuerpos, como los tallos y raíces, donde no se realiza la fotosíntesis.



### ACTIVIDADES

1. Si se los analiza como procesos químicos, la fotosíntesis y la respiración celular aeróbica son procesos opuestos, pero considerados desde el intercambio de materia con el ambiente, son complementarios. Intenten explicar esta afirmación.

## FUNCIÓN DE LAS MITOCONDRIAS: RESPIRACIÓN CELULAR



Todas las células necesitan energía para llevar a cabo sus funciones. La mayoría de las células eucariotas la obtiene de la degradación de moléculas de glucosa, en un proceso catabólico que requiere de oxígeno: la **respiración celular aeróbica** que se realiza en las mitocondrias. Las mitocondrias están limitadas por dos membranas: una externa lisa, y otra interna plegada, cuyos pliegues se denominan **crestas** y limitan con un espacio interno llamado **matriz mitocondrial**, donde hay ribosomas y ADN del tipo procariota, que le permiten a las mitocondrias dividirse de forma autónoma.

Durante la respiración celular se libera una gran cantidad de energía, que será utilizada en diversos procesos metabólicos celulares. Esta energía se acumula en moléculas de ATP (adenosín trifosfato), que funcionan como "monedas energéticas" al llevar energía para diversas funciones, como el transporte activo y los procesos anabólicos. Pero al mismo tiempo, este proceso produce ciertos desechos: vapor de agua y dióxido de carbono, que se elimina del organismo de diferentes maneras, en los organismos unicelulares a través de la membrana plasmática, en las plantas a través de los estomas o poros de las hojas y en los animales por medio de la piel, las branquias o los pulmones.

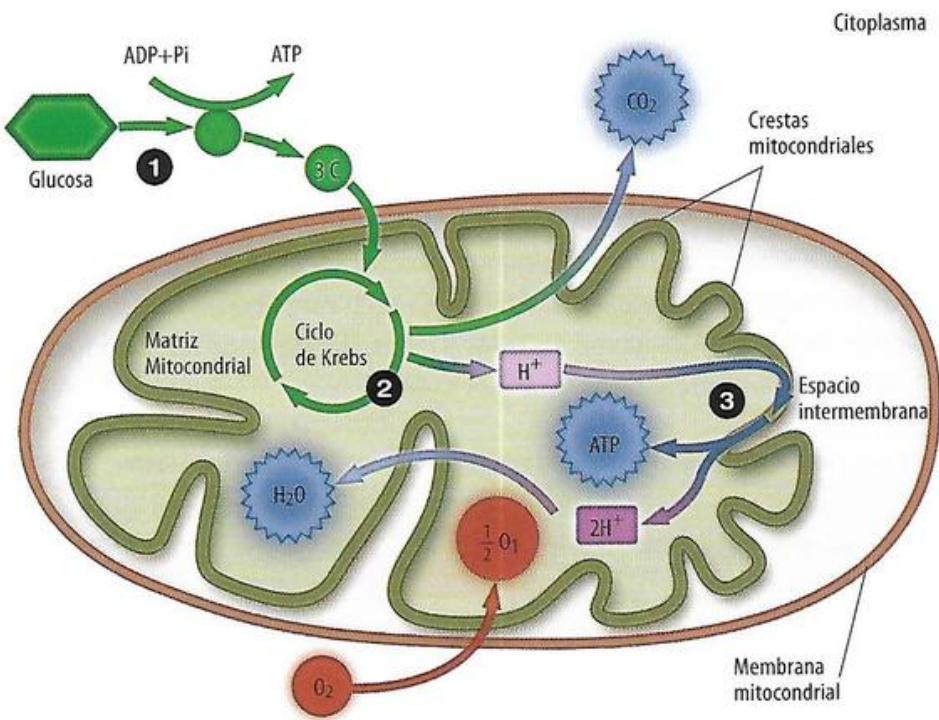
La reacción simplificada de la respiración celular se expresa con la siguiente ecuación:



Si bien se la suele tomar como un único proceso, en realidad la respiración celular es un proceso que ocurre en dos etapas sucesivas: el ciclo de Krebs y la cadena respiratoria, y que requiere de un paso previo, denominado **glucólisis**.

### PROCESO DE RESPIRACIÓN CELULAR

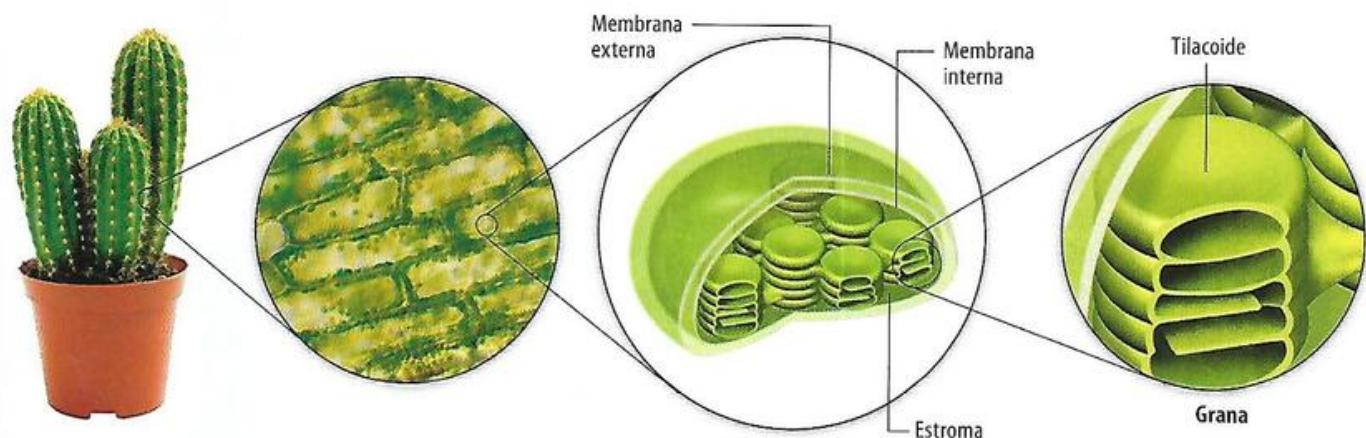
- ① **Glucólisis.** Ocurre en el citoplasma, donde la molécula de glucosa (de 6 carbonos), se transforma en moléculas orgánicas más sencillas de piruvato (de 3 carbonos), y se produce una pequeña cantidad de energía en forma de ATP.
- ② **Ciclo de Krebs.** Las dos moléculas de piruvato ingresan a la matriz mitocondrial, donde sufren un cambio e ingresan al ciclo de Krebs, una serie de complejas reacciones químicas en cadena. Como resultado se producen seis moléculas de  $\text{CO}_2$  y otros compuestos intermediarios que funcionarán como vehículo de electrones que serán utilizados en una etapa posterior.
- ③ **La cadena respiratoria.** Las moléculas resultantes del ciclo de Krebs ceden sus electrones, que serán transportados por la cadena respiratoria: una cadena transportadora de electrones que se encuentra en la membrana de la cresta mitocondrial. Como resultado final de este proceso se forman seis moléculas de agua y se produce energía en forma de moléculas de ATP.



## FUNCIÓN DE LOS CLOROPLASTOS: FOTOSÍNTESIS

Las plantas son capaces de elaborar su propio alimento mediante el proceso conocido como **fotosíntesis**. Este no se lleva a cabo en cualquier tipo de célula, sino solo en las **células fotosintetizadoras**, donde se encuentran los **cloroplastos**, organelas donde se realiza la fotosíntesis.

Los cloroplastos están limitados por una membrana doble: la membrana externa lo separa del citoplasma y la membrana interna rodea una cavidad llena de un líquido viscoso, llamada **estroma**, donde hay unos sacos, los **tilacoides**, que se hallan interconectados formando estructuras como pilas de monedas, llamadas **grana**. En los tilacoides hay un pigmento llamado **clorofila**, que otorga el característico color verde a esta organela y permite la captación de la luz solar necesaria para la fotosíntesis.



Una vez captada, la energía lumínica es aprovechada para sintetizar moléculas de glucosa a partir de las de dióxido del carbono del aire y el agua del suelo, a través de una compleja secuencia de reacciones químicas. De esta forma, dicha energía se convierte en energía química almacenada en los enlaces de las moléculas de glucosa, sustancia orgánica compleja. Como residuo del proceso se genera oxígeno, que es liberado al aire a través de los estomas de las hojas.

La reacción simplificada de la fotosíntesis se expresa con la siguiente ecuación:



Durante el proceso de la fotosíntesis pueden distinguirse dos fases principales:

- **Fase lumínica.** Comprende las reacciones del proceso de fotosíntesis dependientes de la luz y ocurre en los tilacoides. La energía solar se usa para sintetizar ATP y romper las moléculas de agua para obtener hidrógeno que se usa en la siguiente fase. El oxígeno que queda de las moléculas de agua se elimina al ambiente.
- **Fase oscura o biosintética.** Conjunto de reacciones que no dependen de la luz y que ocurren en el estroma. Aunque no requieren de la luz directamente, se aprovechan de los productos obtenidos en la etapa anterior.

Las plantas usan la glucosa obtenida para formar sus estructuras, o la almacenan en forma de reserva, como el almidón, que luego puede ser usado en el metabolismo celular.

### ACTIVIDADES

1. Expliquen con sus palabras el proceso de respiración celular.
2. Hagan una red conceptual que relacionen las siguientes estructuras: tilacoide, grana, membrana interna, membrana externa, estroma y cloroplasto.

## 1. Respondan las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las estructuras comunes a todas las células? Expliquen brevemente su función.
- ¿Qué estructuras son exclusivas de las células animales? ¿Y exclusivas de las células vegetales?
- ¿Qué es el ciclo celular? Describan lo que sucede en cada una de sus etapas.
- ¿Cómo se relacionan los distintos tipos de metabolismos celulares? Busquen un ejemplo de cada uno de ellos.
- ¿Cómo obtienen las células la energía necesaria para llevar a cabo todas sus funciones vitales? ¿En qué organela se lleva a cabo este proceso?

## 2. Identifiquen cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F) según los postulados de la teoría celular.

- La célula es la unidad funcional de todos los seres vivos.
- La célula es la unidad estructural de todos los seres vivos.
- La célula posee las mismas organelas en todos los seres vivos.
- La célula siempre proviene de otra existente.
- La célula siempre posee organelas con membranas.

## 3. Expliquen con sus palabras qué tipo de células son capaces de aprovechar la energía solar, con qué fin, y cómo lo hacen. Comparen, según sus características, las células procariotas con las eucariotas y las células animales con las vegetales.

## 4. Lean las siguientes afirmaciones e indiquen si son correctas o no correctas. Justifiquen sus elecciones y reformulen las que crean incorrectas.

- Una célula eucariota heterótrofa posee mitocondrias pero no cloroplastos.
- Una célula eucariota fotosintética tiene cloroplastos pero no tiene mitocondrias.
- Una célula procariota fotosintética posee cloroplastos y mitocondrias.

## 5. Asocien la organela de la columna A con la función de la columna B que le corresponda.

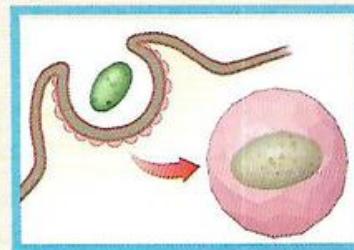
A	B
1. Lisisoma	I. Digestión intracelular
2. Aparato de Golgi	II. Fotosíntesis
3. Reticulo endoplasmático liso	III. Síntesis de proteínas
4. Ribosoma	IV. Síntesis de lípidos
5. Cloroplasto	V. Empaquetamiento de proteínas

## 6. Identifiquen a qué mecanismo de transporte de sustancias a través de la membrana plasmática corresponde la figura A y la figura B. Expliquen en qué consiste cada uno de estos tipos de transporte y cuáles son sus características principales.

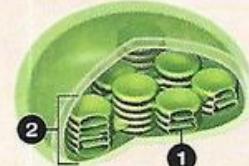
Figura A



Figura B

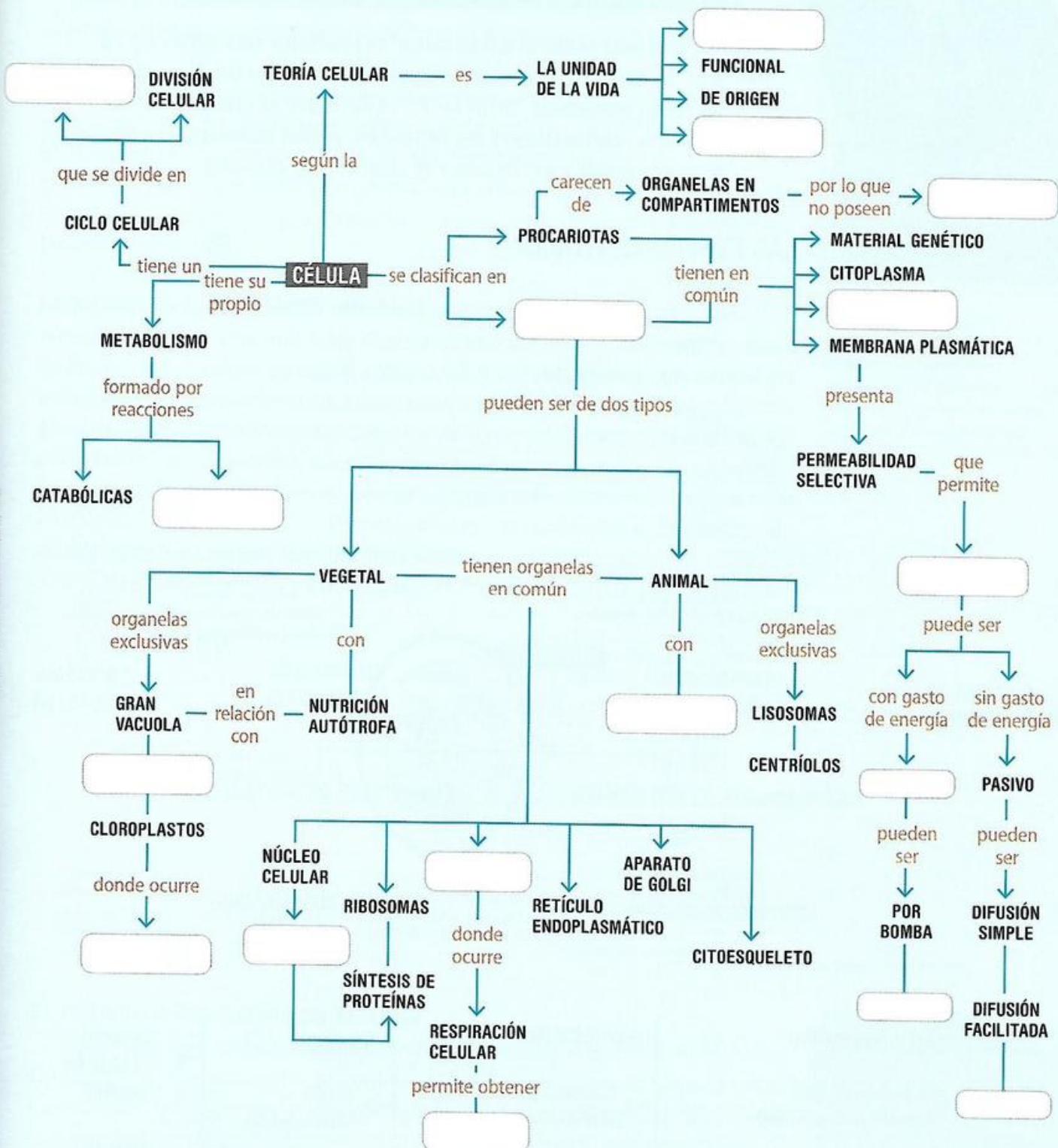


## 7. Observen la siguiente imagen y luego respondan.



- ¿A qué organela corresponde?, ¿en qué tipo de células se la encuentra?
- ¿Cuál es el nombre de las estructuras 1 y 2?
- Expliquen cuál es la función que lleva a cabo esta organela en la célula, y cómo la realiza.

1. Completan los espacios vacíos del siguiente esquema con los conceptos que correspondan.



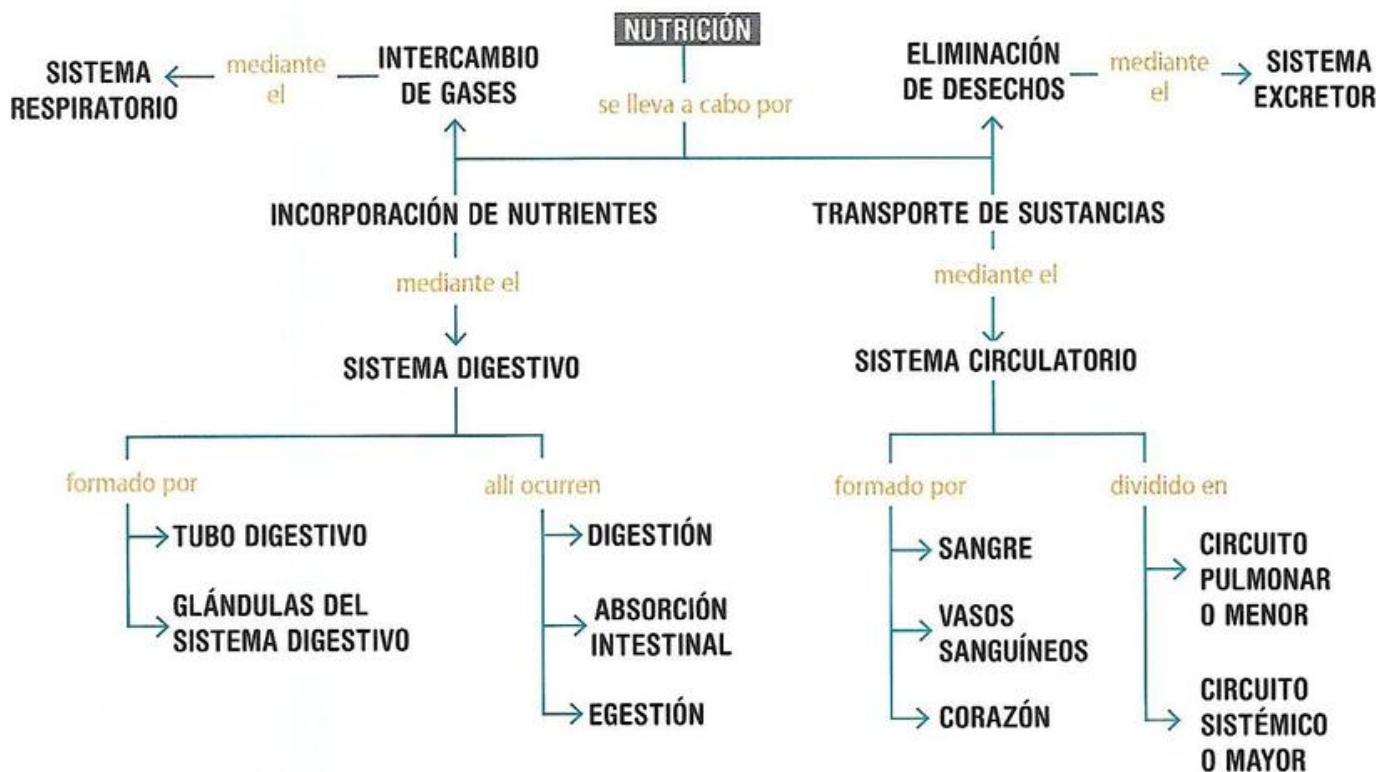
**2. ¿Qué dificultades tuviste al estudiar los temas de este capítulo? ¿Cómo las resolviste?**

# NUTRICIÓN HUMANA: DIGESTIÓN Y CIRCULACIÓN

LAS PERSONAS DEBEN REALIZAR DISTINTAS FUNCIONES PARA MANTENER LA VIDA. DE ESTAS SE ENCARGAN LOS SISTEMAS DE ÓRGANOS QUE FUNCIONAN EN FORMA COORDINADA. ENTRE ELLAS, LA NUTRICIÓN ES ESENCIAL PARA EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL ORGANISMO, PORQUE MEDIANTE ELLA SE OBTIENE ENERGÍA Y MATERIALES Y SE ELIMINAN LOS DESECHOS.

## LAS FUNCIONES VITALES

El cuerpo humano está compuesto por cerca de treinta billones de células, agrupadas en tejidos. Los tejidos tienen su propia estructura, función y apariencia y forman los órganos del cuerpo. Finalmente, los órganos funcionan de manera coordinada y forman los sistemas de órganos; cada uno de ellos se especializa en alguna función. Por ejemplo, el sistema digestivo realiza la digestión de los alimentos. Mediante estos sistemas, los seres humanos pueden llevar a cabo sus funciones vitales: la nutrición, que permite obtener materiales, energía y transportar y eliminar desechos; la relación, que consiste en la elaboración de respuestas frente a los estímulos del medio interno y externo; y la reproducción, que asegura la continuidad de la especie. En este capítulo, nos centraremos en la función de nutrición y en dos de los sistemas involucrados en ella.



Este organizador conceptual muestra un panorama de lo que verán a lo largo del capítulo. ¿Qué otras enfermedades conocen? ¿Saben cómo prevenirlas?

# LA NUTRICIÓN Y SUS CUATRO SISTEMAS

Alimentarse y nutrirse son dos conceptos muy diferentes. Mientras que la alimentación consiste en incorporar alimentos sólidos o líquidos a través del sistema digestivo y puede tener componentes culturales y creativos, la nutrición, en cambio, se relaciona con la fisiología del organismo y comprende varios procesos. Con los alimentos, los seres vivos incorporan materia y energía que se utilizan, por ejemplo, en el crecimiento, en la reproducción y, en algunos casos, en el movimiento. Durante estos procesos, se generan desechos que se eliminan al medio. La entrada de sustancias al organismo, su transformación, su uso y la expulsión al exterior de los desechos, constituyen el proceso de **nutrición**.

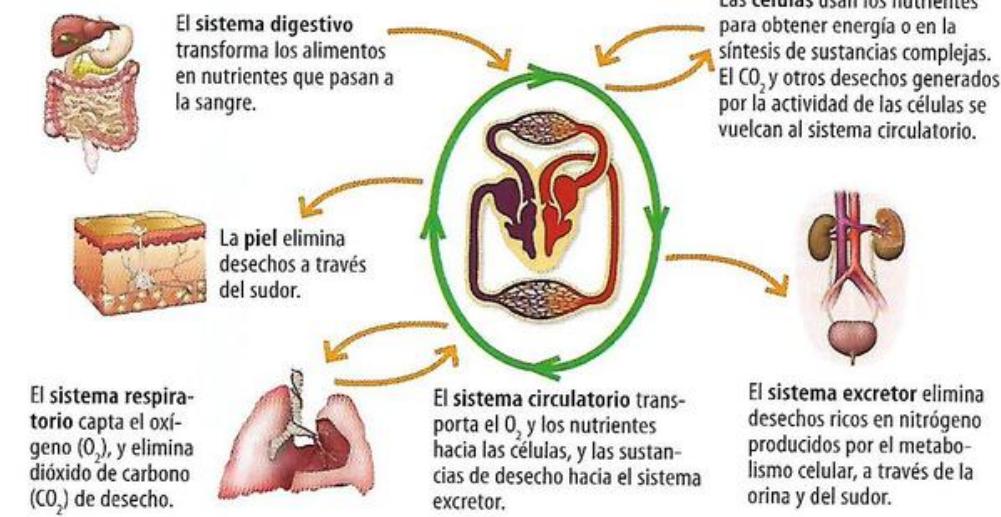


## LA NUTRICIÓN EN LOS SERES HUMANOS

En los seres humanos, son cuatro los sistemas que se relacionan entre sí y funcionan de manera coordinada durante la nutrición: el digestivo, el circulatorio, el respiratorio y el excretor. El sistema excretor, a su vez, incluye el sistema urinario y la piel. Además, el sistema respiratorio también tiene una función excretora, ya que elimina dióxido de carbono. Si bien en este capítulo nos centraremos en el sistema digestivo y el circulatorio, veamos cómo se relacionan en la siguiente imagen.

En las células se obtiene energía y se sintetizan sustancias a partir de los nutrientes. El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y otros desechos pasan al sistema circulatorio.

## RELACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE NUTRICIÓN

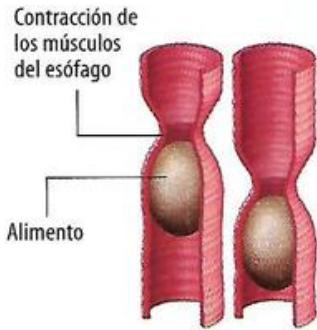


## EL CUERPO HUMANO COMO UN SISTEMA

Con el avance de la Medicina, algunos médicos sostuvieron que el funcionamiento del cuerpo no se podía explicar en términos de una máquina como se pensaba antes. Consideraban que no existía una máquina tan compleja que pudiera explicar su estructura y su funcionamiento. De esta manera se fue desarrollando una nueva forma de estudiar al cuerpo: como un sistema, es decir, un conjunto de estructuras relacionadas entre sí, donde no solo las partes son importantes sino también las relaciones entre ellas. El cuerpo humano, al igual que el resto de los seres vivos, es un **sistema abierto** ya que intercambia materia, energía e información con el entorno.

### ACTIVIDADES

1. ¿Cuáles son las diferencias entre alimentación y nutrición?
2. ¿Cuáles son las funciones que involucra la nutrición?



Los movimientos peristálticos producidos por los músculos del tubo digestivo hacen avanzar el alimento.

## FUNCIONES DEL SISTEMA DIGESTIVO

Los alimentos y las células de nuestro cuerpo están formados por los mismos tipos de sustancias: hidratos de carbono, azúcares, proteínas y lípidos, que forman parte de estructuras de mayor tamaño. Para que nuestro cuerpo pueda aprovechar los alimentos debe degradarlos y obtener de ellos las sustancias sencillas que los forman, llamadas **nutrientes**. La transformación de los alimentos en nutrientes ocurre en el sistema digestivo, formado por el tubo digestivo y las glándulas digestivas.

### EL TUBO DIGESTIVO

El tubo digestivo es un conducto de paredes flexibles que le permiten expandirse al recibir los alimentos. Además, tiene músculos que al contraerse, generan movimientos, llamados **movimientos peristálticos**, que hacen que los alimentos se mezclen y avancen en la dirección boca-ano. Además del que forma al corazón, nuestro cuerpo posee otros dos tipos de músculos: el **músculo liso**, que se hallan en las vísceras y cuyos movimientos no podemos controlar, y el **músculo estriado**, asociado principalmente al esqueleto y que podemos controlar voluntariamente.

### ESTRUCTURA DEL TUBO DIGESTIVO

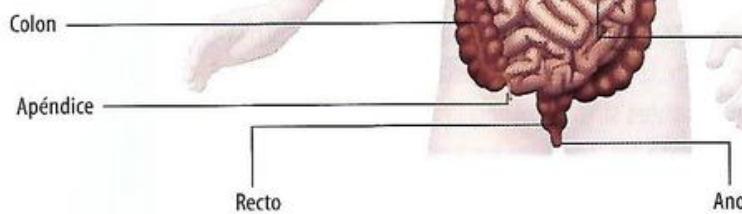
**Boca.** Cavidad que contiene los dientes y la lengua. Los dientes están unidos a la mandíbula, y su dureza se debe a que son de un material similar al hueso, la dentina. La lengua posee músculos, que permiten el movimiento, y terminales nerviosas que se estimulan ante la presencia de distintas moléculas. Esta información nos indica el gusto del alimento.

**Faringe.** Órgano común al sistema digestivo y al respiratorio. Por ella pasan los alimentos y el aire. Los alimentos siguen camino hacia el esófago y el aire, hacia la laringe. Además, interviene en el proceso de fonación. El músculo que la forma es de tipo estriado.

**Esófago.** Este órgano tiene forma de tubo. Conduce el alimento desde la faringe hasta el estómago. Está formado, principalmente, por músculo liso.

**Intestino grueso.** Es un conducto más grueso que el intestino delgado, al que enmarca. En él se continúa absorbiendo agua y nutrientes minerales de los alimentos y se almacenan las heces. Se distingue una primera porción, denominada **ciego**, donde se encuentra el **apéndice**, luego el **colon**, que rodea toda la cavidad abdominal y a continuación se encuentra el **recto**, que termina en el **ano**. Todas las paredes del colon están compuestas principalmente por músculo liso, a excepción del ano que además está rodeado por músculo estriado.

**Estómago.** Es un reservorio muscular donde los alimentos comienzan a sufrir una potente digestión química por la presencia de jugos gástricos. Sus paredes, de músculo liso, realizan movimientos que ayudan a mezclar el alimento. El estómago está delimitado por dos orificios: el **cardias**, que lo comunica con el esófago y que se abre solo por presión, y el **piloro**, que regula la salida del alimento desde el estómago hacia el intestino delgado.



**Intestino delgado.** Es un tubo largo, plegado repetidas veces y con pliegues en su interior. Sus paredes son de músculo liso. Su función principal es la absorción de agua y de nutrientes. Se pueden distinguir tres zonas: el **duodeno**, el **yeyuno** y el **ileon**. El duodeno está lleno de glándulas que secretan moco que lo protegen del jugo gástrico que llega desde el estómago.

## LAS GLÁNDULAS DIGESTIVAS

Los alimentos se van mezclando a medida que avanzan por el tubo digestivo y se van humedeciendo y digiriendo en este trayecto gracias a las glándulas digestivas que producen jugos digestivos y los vierten en el interior del tubo, a distintas alturas. Los jugos digestivos contienen una gran variedad de sustancias, entre las que se encuentran las **enzimas digestivas**. Estas son proteínas que favorecen y aceleran la digestión de las sustancias complejas de los alimentos en componentes más sencillos, los nutrientes.

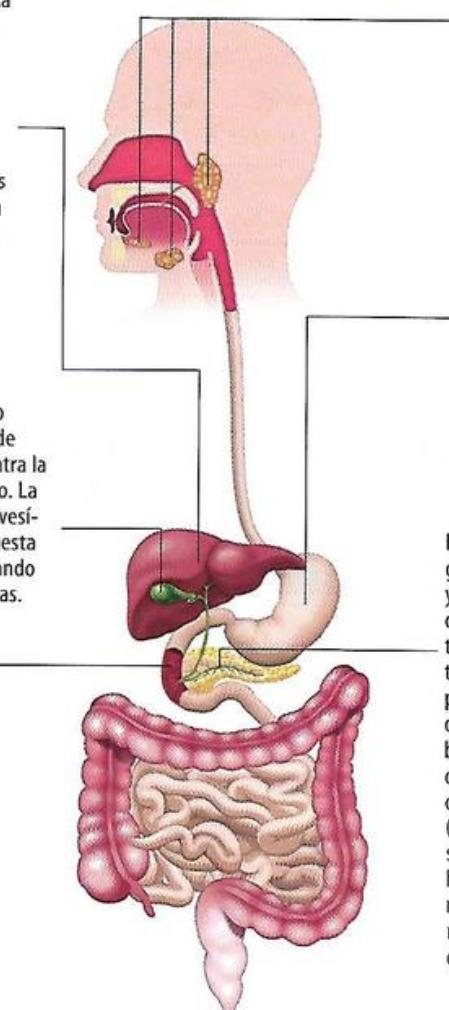
Las **glándulas digestivas** se encuentran tanto en las paredes internas del tubo digestivo como fuera de este. En el primer caso, se trata de las glándulas gástricas del estómago y de las glándulas intestinales del intestino; y en el segundo caso, se trata de las glándulas anexas que incluyen las glándulas salivales, que vierten sus productos en la boca, y el páncreas y el hígado, que lo hacen en el duodeno. Veamos cada una de ellas en la siguiente imagen.

## LAS GLÁNDULAS DEL SISTEMA DIGESTIVO

**Hígado.** Ocupa una gran parte de la cavidad abdominal. En él se sintetiza la bilis, que se almacena en la vesícula biliar y emulsiona las grasas, es decir, las separa en pequeñas gotitas que facilitan la acción de las enzimas. El hígado, además, realiza funciones, como la síntesis de colesterol o de diversas proteínas que circulan en sangre, y es un gran reservorio de hierro y de energía en forma de glucógeno.

**Vesícula biliar.** Es un órgano hueco, pequeño, con forma de pera, que almacena y concentra la bilis sintetizada por el hígado. La secretación de la bilis por la vesícula es estimulada por la ingesta de alimentos, sobre todo cuando estos contienen carne o grasas.

**Glándulas intestinales.** Se encuentran en la mucosa del intestino delgado y secretan el jugo intestinal, formado por agua, mucus y numerosas enzimas: maltasa, sacarasa, lactasa, que intervienen en la digestión de hidratos de carbono; peptidasa, que transforma las proteínas en aminoácidos, y lipasa, que digiere las grasas.



**Glándulas salivales.** Son tres pares de glándulas con conductos que desembocan en el interior de la boca. Se encuentran debajo de la lengua, debajo de la mandíbula inferior y delante de las orejas. Producen la saliva que contiene, entre otras cosas, sustancias antimicrobianas y enzimas que comienzan la digestión de algunos hidratos de carbono.

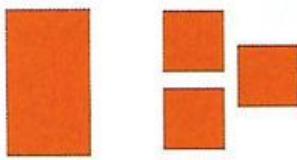
**Glándulas gástricas.** Son millones de pequeñas glándulas distribuidas por la pared del estómago. Secretan el jugo gástrico, cuyo componente principal es el ácido clorhídrico y varias enzimas, como pepsina y renina por ejemplo, que intervienen en la digestión de distintas proteínas.

**Páncreas.** Es un órgano glandular mixto: produce y vierte algunas sustancias directamente al tubo digestivo y otras a la sangre. Al tubo digestivo vierte el jugo pancreático, que contiene diversas enzimas que metabolizan lípidos, proteínas o hidratos de carbono. Por otro lado, produce hormonas (insulina y glucagón) que se secretan a la sangre. Estas hormonas intervienen en la regulación de la glucemia, nombre que recibe el nivel de glucosa en sangre.

### ACTIVIDADES

1. En una persona adulta, el tubo digestivo mide unos 9 metros de longitud. ¿Qué relación creen que tiene esta característica con el proceso de digestión?
2. ¿Qué ocurriría si una persona no pudiera producir los jugos digestivos?

### Digestión mecánica



Manzana

Puré de manzana

### Digestión química



Proteínas

Aminoácidos



Emulsionar es dispersar un líquido en otro, en el cual no puede disolverse. Para ver una emulsión, pueden poner agua y aceite en un frasco cerrado y agitar energicamente.

Para más información sobre el funcionamiento del sistema digestivo, vean el siguiente documental: [e-sm.com.ar/digestivo](http://e-sm.com.ar/digestivo).

## LOS DOS PROCESOS DE LA DIGESTIÓN

La digestión es el proceso de transformación que experimentan los alimentos en su paso por el sistema digestivo. Al digerir, entran en acción dos procesos principales que, por lo general, ocurren al mismo tiempo:

- La **digestión mecánica**, que implica la reducción en el tamaño de las porciones de alimento y se produce por procesos mecánicos como la masticación.
- La **digestión química**, que consiste en la transformación de las moléculas complejas en moléculas más simples y solubles, los nutrientes.

### EL CAMINO DE LOS ALIMENTOS

El procesamiento de los alimentos comienza en la boca con la masticación. A su vez, la saliva humedece el alimento y lo mezcla. Tras la masticación y la salivación, el alimento se transforma en una masa denominada **boleo alimenticio**. Por medio del proceso de deglución, el boleo alimenticio es empujado por la lengua hacia la faringe, luego al esófago y de allí al estómago. El avance del boleo alimenticio se produce debido a los movimientos peristálticos. En el estómago, la digestión mecánica continúa mediante la contracción de sus paredes así como también la digestión química, por el jugo gástrico que secretan las células de la pared. Tras la digestión gástrica, el boleo alimenticio se transforma en el **quimo**. La digestión química se completa en el intestino delgado, donde se vierten la bilis, el jugo pancreático y el jugo intestinal. La bilis emulsiona las grasas, y el jugo pancreático y el jugo intestinal contienen enzimas que finalizan la digestión de los azúcares, las grasas y las proteínas. Tras la acción de estas secreciones, el quimo se transforma en una sustancia de color lechoso llamada **quilo**. El quilo está formado por agua, sales minerales y nutrientes.

### Digestión mecánica

### Digestión química

Tubo digestivo Sustancias alimenticias	Boca (saliva)	Estómago (jugo gástrico)	Intestino (jugo intestinal)	Nutrientes resultantes de la digestión
Agua, sales minerales, vitaminas				
Glúcidos: glucosa, maltosa, almidón				
Lípidos				
Proteínas				

## LA ABSORCIÓN INTESTINAL

La absorción intestinal es un proceso posterior a la digestión, que consiste en el paso de los nutrientes a través de las paredes del intestino hasta la sangre que circula por los vasos sanguíneos en este órgano. De esta forma, el sistema digestivo se comunica estrechamente con el sistema circulatorio. En función del tipo de nutriente, este pasaje puede realizarse con gasto de energía o sin ella.

El intestino tiene pliegues internos, llamados **vellosidades intestinales**, que incrementan la superficie de contacto entre el intestino y los nutrientes. De esta manera, la absorción es más eficiente. Las vellosidades, a su vez, tienen pliegues más pequeños denominados **microvellosidades**. Algunos nutrientes de menor tamaño, como los aminoácidos y la glucosa, pasan a la sangre a través de los capilares sanguíneos de las vellosidades intestinales. Otros de mayor tamaño, como los ácidos grasos, pasan primero al sistema linfático que los conduce al hígado. Allí se completa el proceso de transformación y las sustancias resultantes pasan a la sangre.

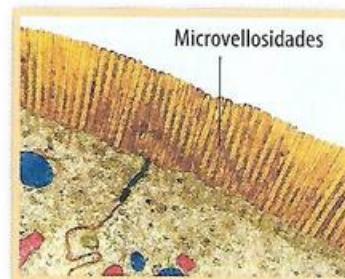
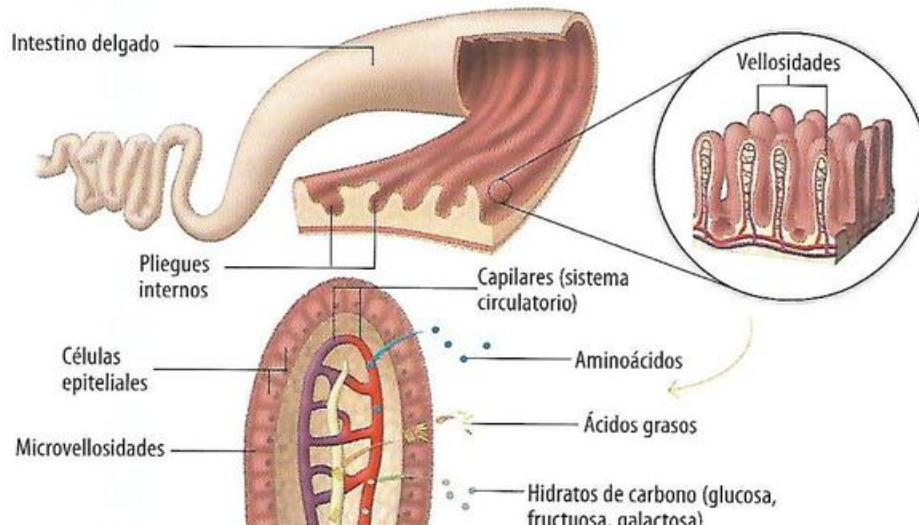


Imagen microscópica de las vellosidades intestinales.



Las microvellosidades actúan como los pelitos de las toallas, aumentando la superficie de contacto hasta veinte veces, lo que permite que el tubo digestivo sea más eficiente en la absorción de nutrientes.

La mayor parte del agua y las sales minerales se absorbe en el intestino grueso. Además, allí existen poblaciones de bacterias que constituyen la flora intestinal. La flora intestinal es muy importante pues ayuda a digerir algunos compuestos que el estómago y el intestino delgado no pueden, fabrica algunas vitaminas que se asimilan en el colon y ayuda a combatir la infección de otros microorganismos.

## LA EGESTIÓN

En los alimentos, hay sustancias que nuestro sistema digestivo no es capaz de digerir, por lo cual nuestro cuerpo no puede absorber los nutrientes que estas poseen. Esto es lo que ocurre, por ejemplo, con la celulosa de los alimentos vegetales: ninguna de las enzimas digestivas puede degradarla y transformarla en glucosa. Sin embargo, la celulosa tiene un papel esencial en la actividad del sistema digestivo porque retiene gran cantidad de agua y estimula los movimientos del intestino.

Los restos de los alimentos que no han sido digeridos o absorbidos forman parte de las heces o materia fecal, que debe ser eliminada del organismo. Esta eliminación de las heces ocurre a través del ano y recibe el nombre de **egestión**.

### ACTIVIDADES

1. Hagan una lista de lo que desayunaron hoy (por lo menos 3 alimentos). Nombren los nutrientes que se obtienen de cada uno de estos alimentos tras completarse la digestión química.

## LA SALUD DEL SISTEMA DIGESTIVO

El correcto funcionamiento del sistema digestivo depende de la ausencia de enfermedades en los órganos del sistema, pero también de nuestros hábitos de higiene y de alimentación.

### LAS ENFERMEDADES DEL SISTEMA DIGESTIVO

Las enfermedades del sistema digestivo son muy diversas, y en muchas ocasiones, están relacionadas con la falta de una correcta higiene y de una alimentación saludable.



La caries produce una perforación en los dientes que puede llegar a la pulpa.



En 1982 la bacteria *Helicobacter pylori* fue identificada por Barry Marshall y Robin Warren como la culpable de producir ciertos tipos de gastritis y úlceras. Por este descubrimiento, recibieron el Premio Nobel en 2005.

- **Caries.** Un diente es un órgano vivo, por lo que puede enfermar y morir. La caries es una enfermedad producida por las bacterias que viven en la boca y que forman sobre la superficie de los dientes la placa bacteriana. Estas bacterias se alimentan de los restos de comida, sobre todo dulces y, como resultado de la digestión, liberan ácidos que atacan el esmalte. Así, se origina poco a poco un agujero que puede llegar hasta la pulpa. Para evitar la formación de caries, es necesario limpiarse los dientes después de cada comida, no consumir habitualmente dulces o bebidas azucaradas y visitar regularmente al dentista.

- **Estreñimiento.** El estreñimiento es un trastorno que dificulta en las personas la evacuación de las heces. Se debe a una baja movilidad en el intestino grueso y a que realiza una excesiva absorción de agua. Las causas suelen ser una alimentación pobre en productos de origen vegetal, acompañado de una vida sedentaria, aunque también es el síntoma temprano de algunas enfermedades.

- **Diarrea.** La diarrea se produce por una excesiva movilidad en el intestino grueso, acompañada de heces líquidas y abundantes. Puede provocar la deshidratación del organismo. Las diarreas se suelen producir por una infección o por la ingestión de comida en mal estado. La intolerancia a ciertos alimentos, como el azúcar de la leche (lactosa) o las proteínas de los cereales (gluten), también, puede provocar diarreas.

- **Otros trastornos.** Las infecciones y el consumo de algunas sustancias, como el tabaco o el alcohol, provocan daños en los diferentes órganos del sistema digestivo. Por ejemplo, la gastritis, una inflamación del estómago; las úlceras, heridas en la pared del estómago, esófago o duodeno; y la cirrosis hepática, una enfermedad que consiste en la muerte progresiva de las células del hígado.



El consumo de frutas y verduras ayuda a evitar el estreñimiento.



El consumo de alcohol en exceso produce daños en los órganos del sistema digestivo.

## ALIMENTACIÓN Y SALUD

Para cuidar el sistema digestivo, es necesario realizar una correcta higiene y manipulación de los alimentos. También hay que asegurarse de que los alimentos estén en buen estado, ya que si no pueden causar graves intoxicaciones. Para evitarlas, son útiles estos consejos:

- Lavarse las manos antes de manipular o cocinar alimentos y, nuevamente, cuando se los va a comer.
- Mantener limpios los lugares donde se cocinan los alimentos y los utensilios que se utilizan para la preparación de las comidas.
- No mezclar los utensilios que se usan para manipular las verduras con los que se usan para manipular carnes crudas.
- Lavar bien las frutas y las verduras, en especial las que se consumen crudas.
- Conservar los alimentos a la temperatura indicada en sus etiquetas.
- Consumir los alimentos hasta dos horas luego de cocinados y guardar el sobrante en la heladera.
- No consumir un producto después de la fecha de vencimiento.

Según el Código Alimentario Argentino, alimento es toda sustancia o mezcla de sustancias que, al ingerirse, aporta al cuerpo los materiales y la energía necesarios para los procesos biológicos. Así, los alimentos son productos, naturales o elaborados, que proporcionan los nutrientes que las células necesitan. Una alimentación saludable es aquella que aporta al organismo los nutrientes necesarios para mantener la salud.

Es importante conocer y leer la información de las etiquetas de los alimentos envasados para valorar su calidad y ver si están fabricados con aditivos autorizados. Los aditivos alimentarios son sustancias que se añaden a los alimentos para mejorar su conservación o sus características. Si bien los aditivos autorizados son inofensivos para la salud, la acumulación que resulta de consumirlos a lo largo de la vida, podría provocar problemas de salud. Por eso, siempre que podamos, es más beneficioso consumir alimentos frescos en lugar de los alimentos envasados.



Los alimentos envasados deben tener en el envase la información nutricional, la lista de ingredientes, la identificación de la empresa elaboradora, las instrucciones para su conservación y la fecha de consumo.

## HERRAMIENTAS

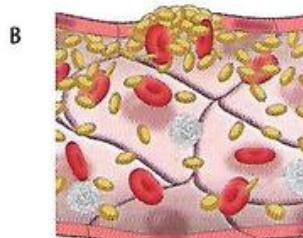
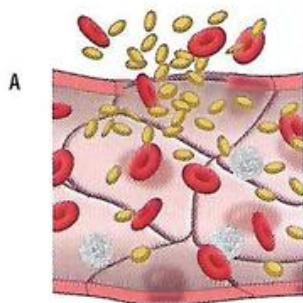
### Armado de una nube de palabras

Realicen una encuesta a diez personas sobre qué alimentos suelen consumir.

Luego, expongan los resultados, mediante el armado de una **nube de palabras**. Las nubes de palabras son una representación visual de la frecuencia con la que aparecen las palabras. Hay muchos sitios en la web en los que se pueden realizar nubes de palabras. Uno de ellos es e-sm.com.ar/wordle. Allí, se inserta un listado de palabras en un campo y, por medio de un algoritmo, se cuantifica la cantidad de veces que aparece cada palabra con respecto al total. Se usa esa información para construir una nube, en la que las palabras aparecen con un tamaño de fuente que representa la frecuencia de aparición.

De esta manera, con solo una imagen podemos identificar los hábitos alimentarios de un gran grupo de personas. ¿Qué podríamos decir de los hábitos alimentarios que se observan en la siguiente nube de palabras?





Secuencia que muestra la coagulación de la sangre frente a una hemorragia por la acción de las plaquetas.

## EL SISTEMA CIRCULATORIO Y SUS FUNCIONES

El sistema circulatorio está compuesto por el **corazón**, un órgano que bombea un líquido llamado **sangre** a través de una serie de conductos que son los **vasos sanguíneos**. De esta manera, la sangre llega a todo el cuerpo.

La función del sistema circulatorio, en relación con la nutrición, es el transporte de los nutrientes que se obtienen como resultado de la digestión de los alimentos y de los desechos que producen las células producto de su actividad. También transporta los gases respiratorios: el dióxido de carbono que eliminan las células y el oxígeno que proviene del sistema respiratorio y es necesario para la respiración celular. Otra función importante es la de transportar las células encargadas de combatir infecciones.

### LA SANGRE

Los nutrientes y los desechos se transportan en la sangre, que circula por el interior de los vasos sanguíneos impulsada por el corazón. La sangre está formada por un líquido amarillento, el **plasma sanguíneo**, y por distintos tipos de células sanguíneas con funciones particulares. El 91% de la composición del plasma es agua, y el resto son sustancias disueltas en ella. Las células sanguíneas se forman a partir de un tejido que se encuentra en el interior de ciertos huesos, la **mácula ósea roja**. Veamos cuáles son:

- **Glóbulos rojos.** Son los más abundantes. Transportan el oxígeno desde los pulmones hacia todas las células del cuerpo, por medio de una proteína que contienen: la **hemoglobina**, que les da su color. Esta es una molécula que contiene hierro y que, en presencia de oxígeno, se une a él. En los pulmones, el oxígeno pasa del aire al plasma de la sangre. Si la cantidad de oxígeno en el plasma es alta, se combina con la hemoglobina para dar un compuesto de color rojo vivo, la **oxihemoglobina**. Cuando esto ocurre, se dice que la sangre está oxigenada. Esta unión es inestable y, si la concentración de oxígeno en el plasma es baja, la oxihemoglobina pierde el oxígeno y toma un color rojo oscuro. Esta característica de la hemoglobina es la que permite que cerca de los pulmones, donde el oxígeno es abundante, los glóbulos rojos se carguen de oxígeno, y a medida que se alejan de los pulmones y se aproximan al resto de los órganos del cuerpo, donde el oxígeno es escaso, lo liberen.
- **Glóbulos blancos.** Hay una gran variedad de glóbulos blancos, como los linfocitos y los neutrófilos, y todos tienen núcleo. Integran la defensa del organismo ante los agentes patógenos que ingresan a él.
- **Plaquetas.** En realidad, no son células sino fragmentos de células. Tienen un papel fundamental en la coagulación de la sangre cuando se producen heridas.



Glóbulos rojos.



Glóbulo blanco.



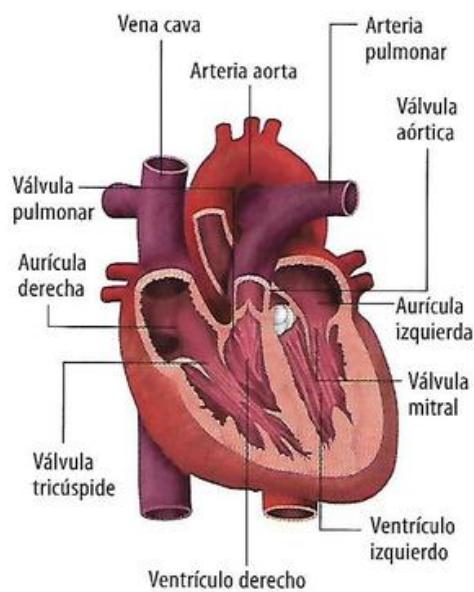
Plaquetas

## EL CORAZÓN

El corazón es hueco, posee el tamaño de un puño y se halla en el centro del pecho, apenas desplazado hacia la izquierda. Impulsa la sangre mediante movimientos de contracción o sístole y de dilatación o diástole. Está formado por un músculo llamado **miocardio** y posee cuatro cavidades:

- **Dos aurículas.** Son las cavidades superiores. Tienen las paredes finas y extensibles. A estas cavidades llega la sangre conducida por las venas.
- **Dos ventrículos.** Son las cavidades inferiores. Tienen las paredes más gruesas. De los ventrículos sale la sangre del corazón.

Las aurículas y los ventrículos se comunican por **válvulas** que solo pueden abrirse en una dirección, lo que determina el sentido del flujo sanguíneo. Entre cada aurícula y su ventrículo hay una **válvula auriculoventricular**, que permite que la sangre pase de la aurícula al ventrículo e impide que retorne. La válvula que comunica la aurícula izquierda con el ventrículo izquierdo, se llama **válvula mitral**, y la que está situada entre la aurícula derecha y el ventrículo derecho se denomina **válvula tricúspide**. Además, entre los ventrículos y las arterias por las que se impulsa la sangre, hay válvulas que impiden que esta vuelva al ventrículo. La **válvula aórtica** se encuentra entre el ventrículo izquierdo y la aorta y la **válvula pulmonar**, entre el ventrículo derecho y la arteria pulmonar.

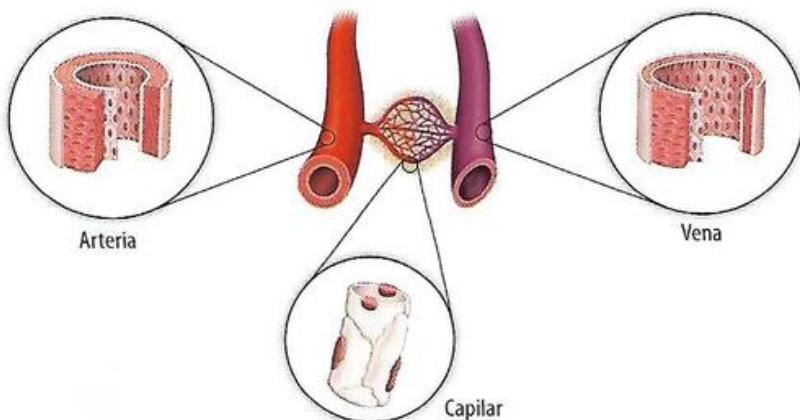


Estructura del corazón

## LOS VASOS SANGUÍNEOS

Nuestro sistema circulatorio es **cerrado** ya que la sangre nunca sale de los vasos sanguíneos, conductos por los que circula la sangre:

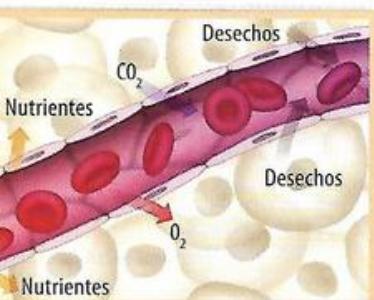
- **Arterias.** Llevan la sangre del corazón a todo el cuerpo. Sus paredes gruesas y elásticas soportan la presión de la sangre que sale del corazón. Al alejarse de él, las arterias se ramifican y se reduce su diámetro.
- **Capilares.** Reciben ese nombre porque son finos como un cabello. Forman redes por todo el cuerpo y conectan las venas con las arterias. Sus paredes tienen una sola capa de células, lo que permite el intercambio de gases entre la sangre y las células.
- **Venas.** La sangre vuelve al corazón a través de ellas. Sus paredes son más finas que las de las arterias. Las válvulas en su interior impiden que la sangre retroceda. A medida que se acercan el corazón, van convergiendo y aumentando su diámetro.



### ACTIVIDADES

1. ¿Por qué la sangre tiene un color rojo intenso?
2. ¿Qué ocurriría si no hubiesen válvulas en el corazón? ¿Y en las venas?
3. ¿Por qué creen que es importante que la contracción del corazón sea rítmica?

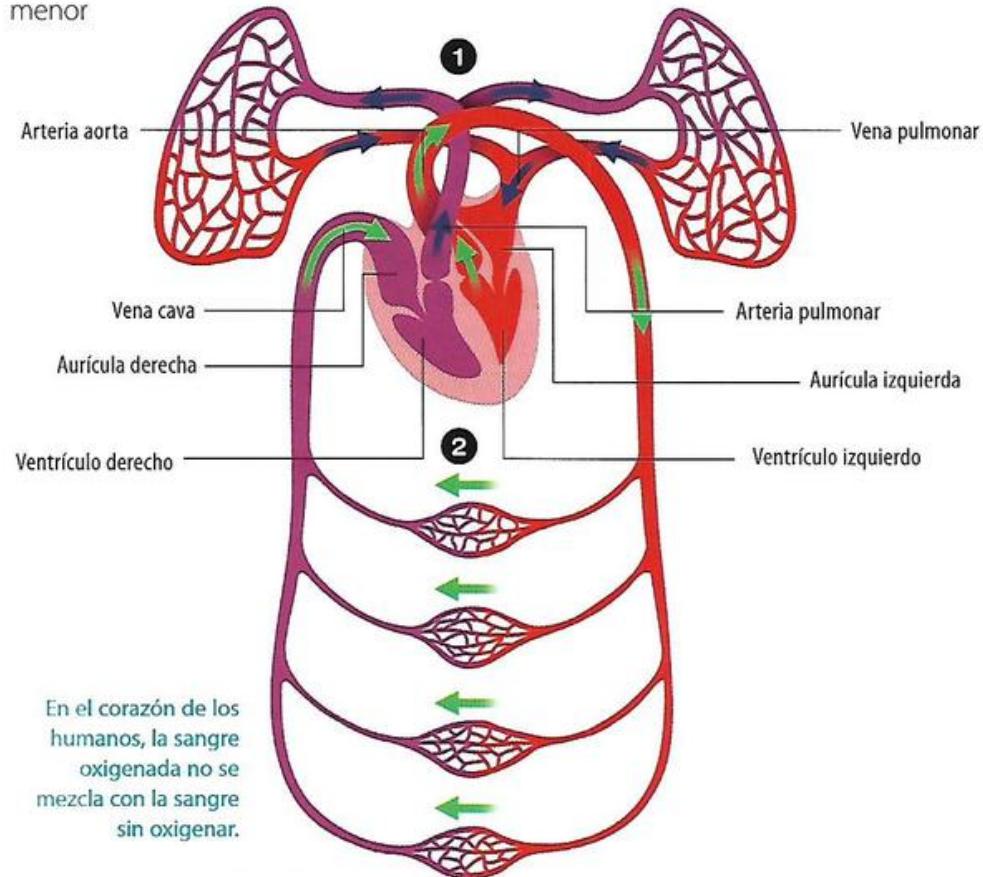
## LA CIRCULACIÓN DE LA SANGRE



La sangre intercambia gases, nutrientes y desechos con todo el cuerpo. Los gases son transportados por los glóbulos rojos; los nutrientes y los desechos lo hacen en plasma.



En los humanos la circulación es **doble** ya que para recorrer la totalidad del cuerpo la sangre pasa dos veces por el corazón, siguiendo dos circuitos sanguíneos: el circuito menor



**1 Circuito pulmonar o menor.** La sangre sale del ventrículo derecho por las arterias pulmonares y se dirige hacia los pulmones. Allí ocurre el intercambio de gases entre los alvéolos y la infinidad de capilares en los que se ramifican las arterias. La sangre recoge oxígeno, pierde dióxido de carbono y vuelve al corazón por las venas pulmonares que llegan a la aurícula izquierda.

**2 Circuito sistémico o mayor.** La sangre sale del ventrículo izquierdo por la arteria aorta y luego recorre todo el cuerpo. Se distribuye por los capilares y cede el oxígeno y los nutrientes necesarios para su actividad, y capta los desechos. Los capilares van conformando venas que devuelven la sangre al corazón en la aurícula derecha. La vena cava superior recoge la sangre que proviene de la parte superior del cuerpo y la vena cava inferior, la que llega de la parte inferior.

### UN CIRCUITO DOBLE

La estructura y el funcionamiento del sistema circulatorio como un circuito doble asegura que la sangre pase por los pulmones, en los que se oxigena y elimina el dióxido de carbono, antes de ser distribuida hacia los órganos a los que suministra el oxígeno y retira el dióxido de carbono, y que todos los órganos de nuestro cuerpo reciban sangre igualmente rica en oxígeno y en nutrientes, independientemente de lo alejado que se encuentren del corazón. La circulación en los seres humanos, además de **cerrada** y **doble**, es **completa**, pues el corazón está dividido internamente por un tabique tal que por la mitad izquierda circula sangre oxigenada, mientras que por la mitad derecha circula sangre sin oxigenar; así, ambos tipos de sangre no se mezclan.

## LOS LATIDOS DEL CORAZÓN Y EL CICLO CARDÍACO

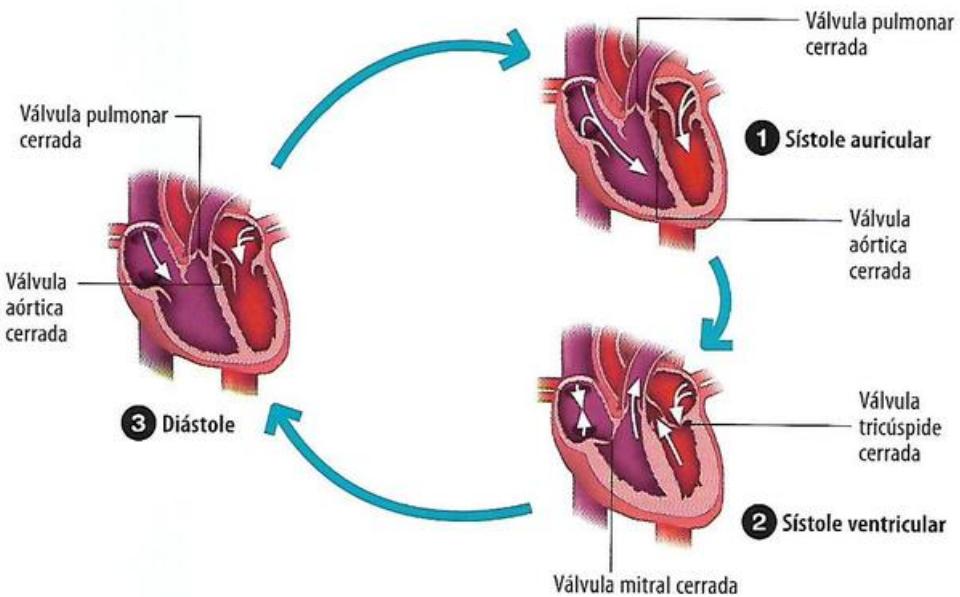
El corazón es una bomba que impulsa la sangre por los vasos sanguíneos. Cada contracción que produce se denomina **latido** y puede percibirse, por ejemplo, por la pulsación de alguna arteria, como la que lleva la sangre a una mano. Si colocamos la yema de los dedos de una mano sobre la parte inferior de la muñeca de la otra mano, sentiremos las **pulsaciones**. Cuando los médicos examinan a los pacientes con un estetoscopio, perciben en cada latido la sucesión de un ruido sordo y prolongado y un segundo ruido seco y fuerte.



El estetoscopio permite percibir sonidos internos del cuerpo.

## EVENTOS DEL CICLO CARDÍACO

En cada latido, se suceden una serie de fenómenos que constituyen un ciclo cardíaco:



**1 Sístole auricular.** Las aurículas se contraen e impulsan la sangre hacia los ventrículos.

**2 Sístole ventricular.** Los ventrículos se contraen y la sangre sale por las arterias forzando la apertura de las válvulas aórtica y pulmonar. La sangre no puede retroceder hacia las aurículas, ya que su empuje provoca el cierre de las válvulas auriculoventriculares, que origina el primer ruido cardíaco.

**3 Diástole.** La musculatura de las paredes del corazón se relaja. La sangre de las arterias no retrocede hacia los ventrículos, pues el cierre de las válvulas pulmonar y aórtica lo impide y provoca el segundo ruido cardíaco.

Las aurículas se llenan de sangre procedente de las venas que, en la sístole auricular, se desplazará hacia los ventrículos.

### ACTIVIDADES

1. ¿Dónde llega la sangre con mayor contenido de oxígeno: a los dedos de los pies o a los músculos abdominales? ¿Por qué?
2. Describan el recorrido de la sangre desde que sale del ventrículo derecho hasta que vuelve a él.

Durante el latido, las partes derecha e izquierda del corazón funcionan como bombas independientes, pero de forma sincronizada: laten al mismo tiempo. La cantidad de latidos por minuto o frecuencia cardíaca varía según las necesidades del organismo.

En general, los músculos solo se contraen cuando les llega un estímulo a través de los nervios. Sin embargo, el músculo cardíaco posee características que lo diferencian del resto, ya que su estimulación se produce en un grupo de células musculares especializadas que están en la aurícula derecha y que tienen capacidad para contraerse por sí mismas rítmicamente. Por esto se las llama **células marcapaso**. Una vez iniciado el latido cardíaco, el impulso se propaga rápidamente por el corazón.

## LA SALUD DEL SISTEMA CIRCULATORIO

El sistema circulatorio puede presentar enfermedades a nivel de la sangre, del corazón y de los vasos sanguíneos. A veces, se deben al mal funcionamiento de algún órgano o por una predisposición genética; y otras, a malos hábitos.

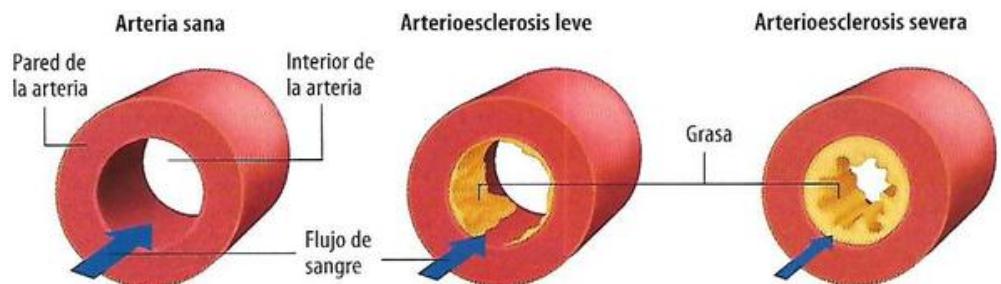


La ingesta de alimentos ricos en grasas favorece a la acumulación de estas en el interior de las arterias, afectando la salud.

### ENFERMEDADES QUE AFECTAN AL CORAZÓN O A LOS VASOS SANGUÍNEOS

Son las llamadas **enfermedades cardiovasculares**. Algunas de ellas son:

- **Infarto de miocardio.** Las células de corazón, como el resto de las células del cuerpo, también requieren de oxígeno y nutrientes para realizar sus funciones. Los vasos sanguíneos que irrigan las células del corazón y les proveen de estos materiales constituyen el **sistema coronario**. El infarto de miocardio se produce cuando un coágulo tapona alguna de las arterias que irriga al corazón. Como resultado, mueren las células musculares y una parte del corazón deja de funcionar.
- **Arteriosclerosis.** Es el endurecimiento de las arterias, que se produce cuando en su interior se depositan placas de grasa y colesterol. Estas placas disminuyen el diámetro de las arterias y sus paredes se vuelven más duras y rugosas. A veces, en estas rugosidades se adhieren las plaquetas y se forman coágulos que pueden obstruir las arterias y causar problemas de salud.



### ENFERMEDADES RELACIONADAS CON LA SANGRE

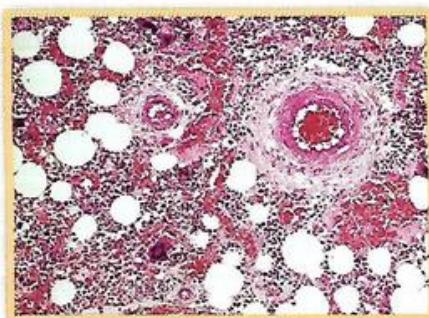
La mayoría de las enfermedades relacionadas con la sangre tienen su origen en un mal funcionamiento de la médula ósea roja. Veamos algunas de ellas:



**Anemia.** Se debe a la baja concentración de hemoglobina en sangre; puede tener diferentes motivos. Causa fatiga y pérdida de vitalidad por el poco oxígeno que llega a las células



**Hemofilia.** Es una enfermedad hereditaria y se manifiesta por la aparición de hemorragias. Se debe a la falta de alguna de las sustancias que intervienen en la coagulación.



**Leucemia.** Se trata de un tipo de cáncer que afecta a las células de la médula ósea. Se manifiesta por un aumento en el número de glóbulos blancos en sangre que no son funcionales.

## HÁBITOS QUE AFECTAN AL SISTEMA CIRCULATORIO

Muchas de las enfermedades relacionadas con el sistema circulatorio se pueden prevenir, es decir, evitar que aparezcan. Para ello, es necesario minimizar los factores de riesgo, que son las causas comprobadas que influyen en la aparición de una enfermedad. Para el caso de las enfermedades cardiovasculares podemos citar varios, como el consumo excesivo de alcohol, el estrés, el sedentarismo y la alimentación inadecuada. Sin embargo, los factores de riesgo más comunes son el tabaquismo y la obesidad.

### Tabaquismo

Al fumar se incorporan sustancias, como nicotina y monóxido de carbono, muy nocivas para el sistema circulatorio. La nicotina se une a las plaquetas de la sangre, y pueden obstruir los capilares. El monóxido de carbono tiene mayor afinidad por la hemoglobina que el oxígeno, por lo que se une a ella y provoca que haya menos moléculas de hemoglobina libres para el transporte de oxígeno, por lo tanto, los glóbulos rojos no pueden llevar el oxígeno necesario a las células.



### Sobrepeso y obesidad

Se trata de trastornos en el que la persona tiene un exceso de grasa corporal producido por el consumo de una alimentación inadecuada a los requerimientos de su organismo, generalmente por la ingesta excesiva de alimentos energéticos, sobre todo el alto consumo de grasas animales y azúcares.

## HÁBITOS QUE FAVORECEN LA SALUD DEL SISTEMA CIRCULATORIO

Para cuidar el sistema circulatorio, no solo es importante evitar ciertas prácticas, sino también, incorporar los siguientes hábitos a nuestra vida cotidiana:

### Alimentación variada y equilibrada

Sostener una alimentación variada, rica en frutas, verduras, legumbres y cereales, y reducir el consumo de grasas y azúcares. Una dieta equilibrada es la que aporta todos los tipos de nutrientes y en las cantidades adecuadas para mantener nuestro organismo en buen estado y asegurar un crecimiento y desarrollo adecuados. Esto es posible si la dieta satisface las necesidades energéticas del organismo.



### Realizar actividad física

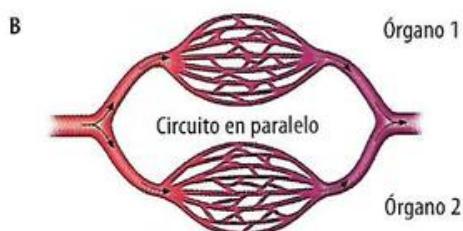
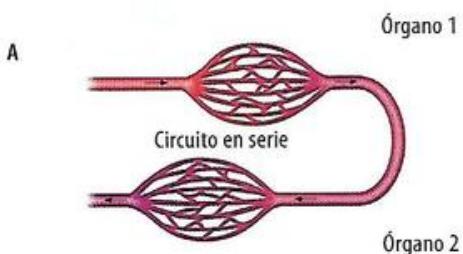
Hacer ejercicio (caminar, correr, andar en bicicleta, etcétera) al menos tres veces por semana, durante treinta minutos, es un hábito que favorece la salud del sistema circulatorio. El ejercicio físico debe estar adaptado a nuestras capacidades personales; para ello es bueno conocer los distintos tipos de ejercicio que existen según su intensidad y duración. Si se realiza deporte habitualmente se debe seguir una alimentación adecuada a él.



### Visitar periódicamente al médico y realizarse chequeos anuales

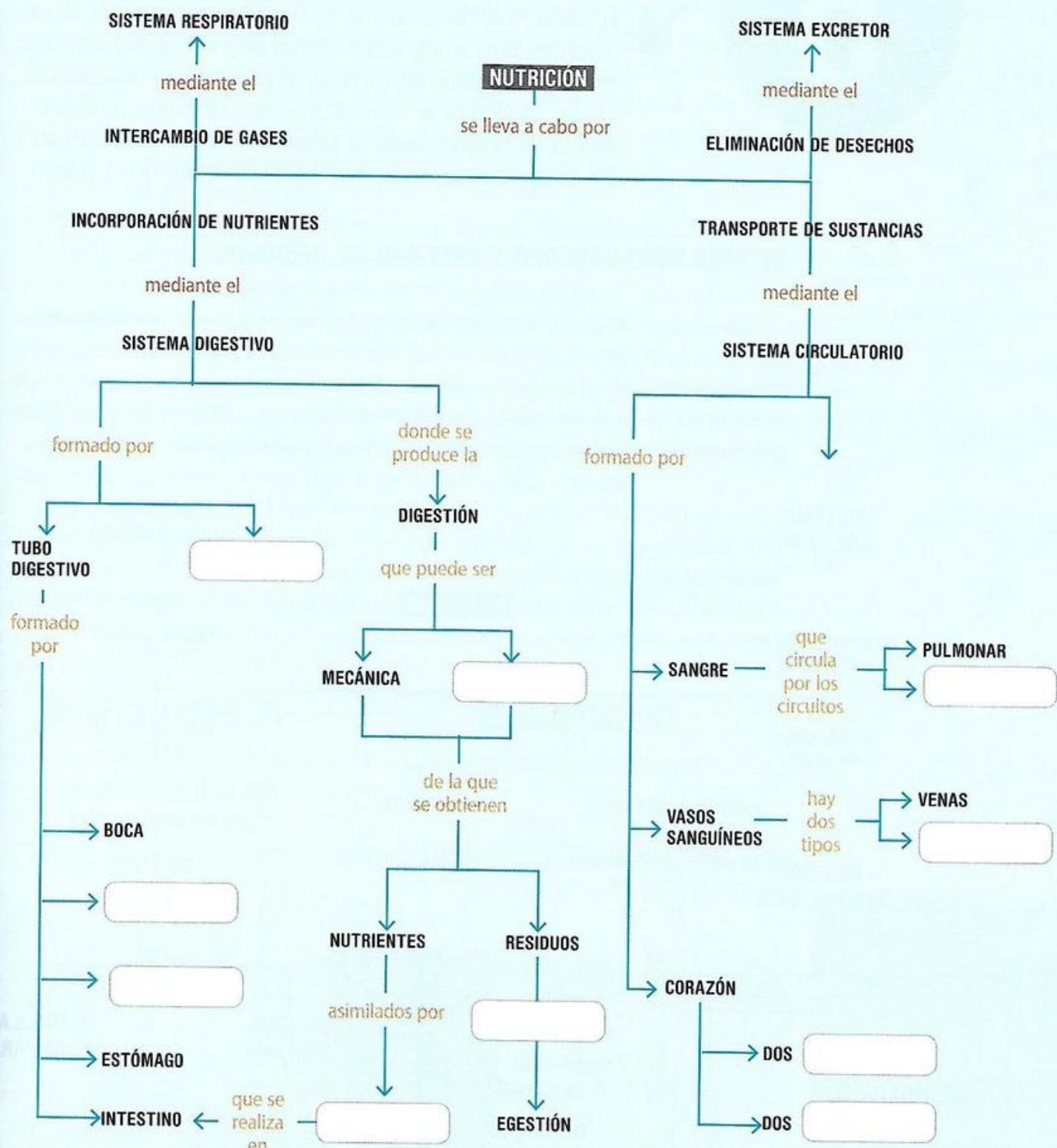
Es indispensable consultar al médico y hacerse estudios clínicos al menos una vez al año para prevenir enfermedades. Un error frecuente es la falta de seguimiento de los factores de riesgo. Eso significa que solo hasta que una persona siente un dolor acude al médico. Es necesario cumplir con los programas de prevención, como tener el calendario de vacunación al día.

1. ¿Cuál es la relación entre el sistema digestivo y el circulatorio?
2. Construyan un cuadro de doble entrada donde las filas sean las estructuras (en orden) que participan del sistema digestivo y las columnas correspondan a funciones y características. Completen el cuadro y, cuando haya enzimas involucradas, expliciten las funciones de esas enzimas.
3. ¿Cómo y dónde se generan el bolo alimenticio, el quimo y el quilo?
4. ¿Qué pasaría con el valor nutritivo de los alimentos si no existieran las microvellosidades? ¿Cómo deberían cambiar los hábitos alimentarios de una persona si esto ocurriera?
5. Indiquen los distintos mecanismos de absorción de nutrientes mencionados en este capítulo y de qué nutrientes se encarga cada uno. Investiguen si es necesario gasto de energía o no para llevar a cabo cada uno de ellos.
6. Los esquemas representan dos posibles disposiciones de los órganos en un circuito sanguíneo, vean la imagen y luego resuelvan las consignas:



- a) En A, ¿a qué órgano llega más oxígeno y nutrientes, al 1 o al 2? ¿Por qué?
- b) En B, ¿hay diferencia en la cantidad de oxígeno y nutrientes que llegan a ambos órganos?
- c) En los seres humanos, ¿cómo se disponen los órganos, según A o según B? ¿Qué ventajas tiene esa disposición?
7. Supongan que son astronautas flotando en el espacio. ¿El bolo alimenticio podría avanzar aunque estuviesen flotando cabeza abajo? Explique por qué sí o por qué no.
8. ¿En qué consiste la emulsión de las grasas? ¿Dónde se realiza? ¿Qué creen que ocurriría si no se produjese tal emulsión?
9. Diagramen una lista ideal de alimentos basándose en el valor nutritivo de estos y la variedad y una real (con los alimentos que consumen diariamente). ¿Son muy distintas? Expliquen con sus palabras cuán posible sería volver un poco más ideal sus listas. ¿Por qué valdría la pena el esfuerzo?
10. ¿Qué relación existe entre una mala alimentación y un bajo rendimiento académico?
11. Busquen en Internet por lo menos 3 tipos de dietas distintas para bajar de peso. Indiquen si presentan todos los grupos de alimentos necesarios para una buena alimentación. Hagan un informe sobre esas dietas, detallando ventajas y desventajas. También pueden elaborar volantes para distribuir en el colegio y concientizar sobre los riesgos de hacer dietas sin consultar con un especialista.
12. Del punto anterior, ¿cuántas de ellas incluyen hacer actividad física? Expliquen por qué una buena alimentación debe estar acompañada por ejercicio.
13. Mencionen dolencias que conozcan de los sistemas digestivo y circulatorio, no mencionadas en el texto.

1. Completen los espacios vacíos del siguiente esquema con los conceptos que correspondan.



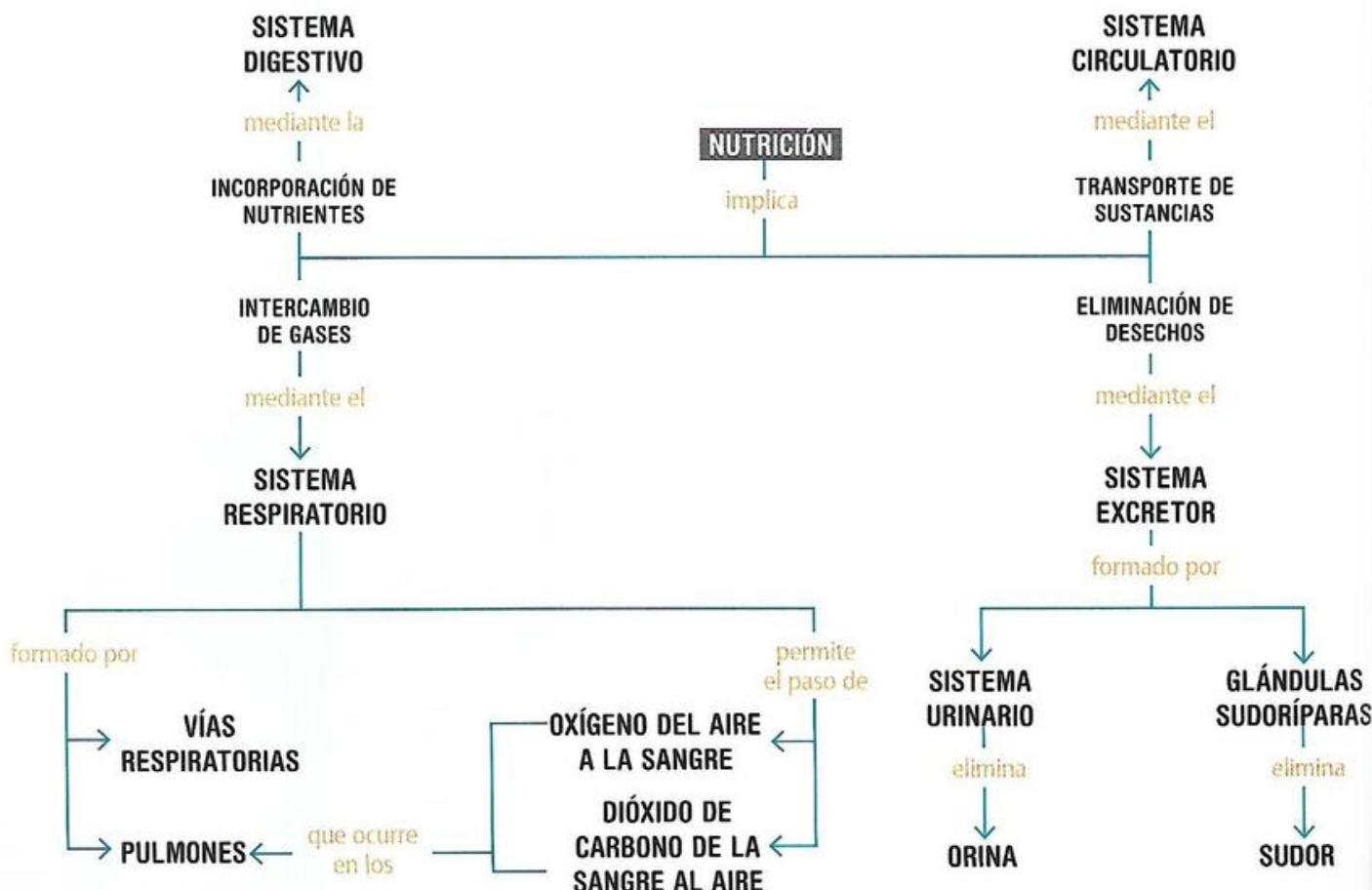
2. ¿Qué dificultades tuviste al estudiar los temas de este capítulo? ¿Cómo las resolviste?

# NUTRICIÓN HUMANA: RESPIRACIÓN Y EXCRECIÓN

EL BARÓN PIERRE DE COUBERTIN, AL INAUGURAR LOS PRIMEROS JUEGOS OLÍMPICOS, DIJO: *CITIUS, ALTIUS, FORTIUS* (MÁS RÁPIDO, MÁS ALTO, MÁS FUERTE). EL FUNCIONAMIENTO DE NUESTRO CUERPO REQUIERE ENERGÍA, LA CUAL SE OBTIENE DE LOS ALIMENTOS MEDIANTE UN PROCESO QUE IMPLICA DE UN INTERCAMBIO DE GASES EN EL SISTEMA RESPIRATORIO Y QUE GENERA SUSTANCIAS DE DESCHO, QUE SE ELIMINAN DEL CUERPO.

## INTERCAMBIO GASEOSO Y DESCHOS DE RESIDUOS

Como se vio en el capítulo anterior, los nutrientes se obtienen de los alimentos en el sistema digestivo y se distribuyen mediante el sistema circulatorio. Este también lleva a todo el cuerpo el oxígeno que capta el sistema respiratorio y toma el dióxido de carbono que producen las células y que es eliminado por el mismo sistema. Las células generan otros desechos, que transporta el sistema circulatorio y elimina el excretor.



Este esquema muestra un panorama de los temas del capítulo. ¿Cómo lo relacionaría con el capítulo anterior?

# RELACIÓN DE LOS SISTEMAS RESPIRATORIO Y EXCRETOR CON LA FUNCIÓN DE NUTRICIÓN

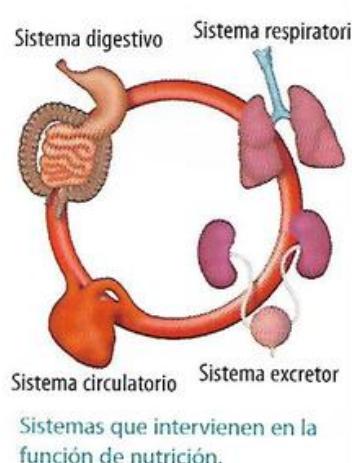
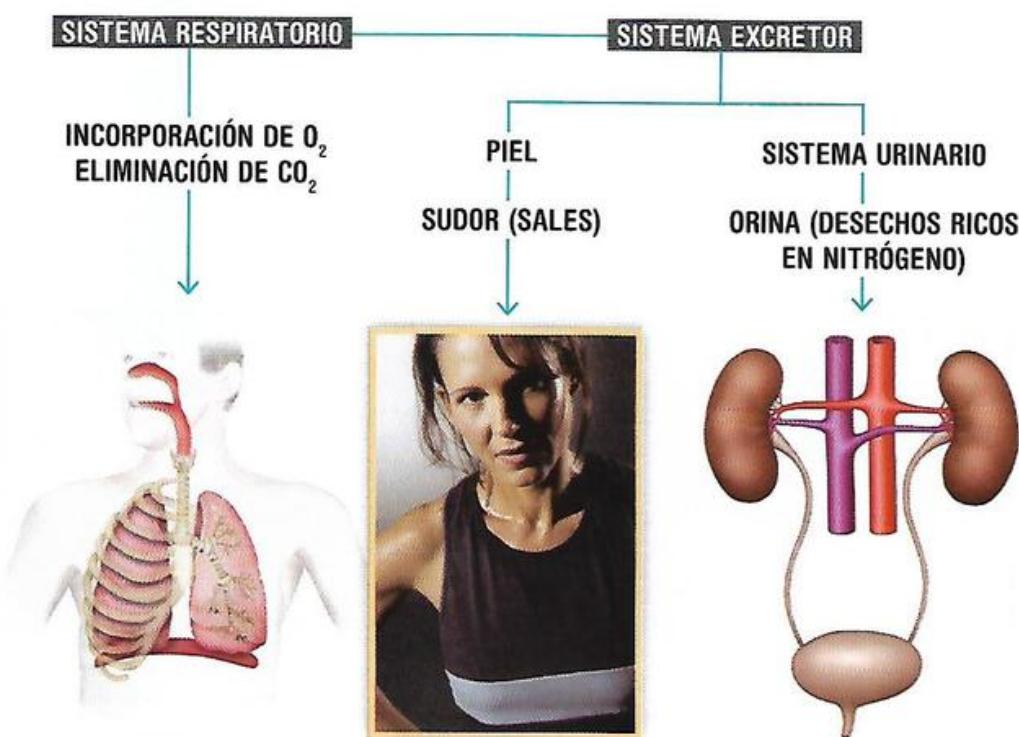
La nutrición consiste fundamentalmente en el aprovechamiento de los nutrientes, tanto a nivel molecular como sistémico. La materia y la energía que se obtienen de este aprovechamiento se necesitan para el crecimiento y el mantenimiento de las funciones vitales.

En ese proceso de incorporación de materia y obtención de energía a partir de los nutrientes, las células liberan desechos que se eliminan al medio. Es por eso que tanto el sistema respiratorio como el sistema excretor están vinculados con la función de nutrición de la siguiente manera:

- **Sistema respiratorio.** A través de él se incorpora el oxígeno necesario para el funcionamiento de las células y se elimina el dióxido de carbono. El oxígeno ( $O_2$ ) es fundamental para poder obtener la energía a nivel celular.
- **Sistema excretor.** A través de él se eliminan los desechos producto de la actividad de las células.

Entre las sustancias de desecho generadas por las células, podemos mencionar el dióxido de carbono ( $CO_2$ ), que se elimina del cuerpo a través del sistema respiratorio; las sales, que se eliminan por la piel a través del sudor; y los compuestos ricos en nitrógeno, que se eliminan a través de la orina formada en el sistema urinario.

Podemos decir entonces que, con respecto a la función de nutrición, el sistema respiratorio tiene una relación doble: incorpora sustancias necesarias para el funcionamiento de las células (oxígeno) y elimina desechos producidos por las células (dióxido de carbono), mientras que el sistema excretor, elimina otras sustancias a través de la orina, formada en el sistema urinario, y a través de la piel, que elimina sustancias a través del sudor.



## ACTIVIDADES

1. Observen el esquema de esta página. ¿Lo organizarían de otra manera? ¿Cuál?
2. Identifiquen las funciones exclusivas de cada uno de los sistemas y las funciones compartidas.



## SISTEMA RESPIRATORIO: ANATOMÍA Y FUNCIONES

El sistema respiratorio es la vía que permite la entrada del aire desde el exterior al interior del cuerpo, pero también, es el responsable de conducirlo desde el interior hacia el exterior. Durante este recorrido, las presiones parciales de cada gas cambian, y esto posibilita el intercambio gaseoso con el exterior.

El sistema respiratorio está formado por las **vías respiratorias** y los **pulmones**. Las vías respiratorias son los conductos por los que circula el aire y se dividen en dos.

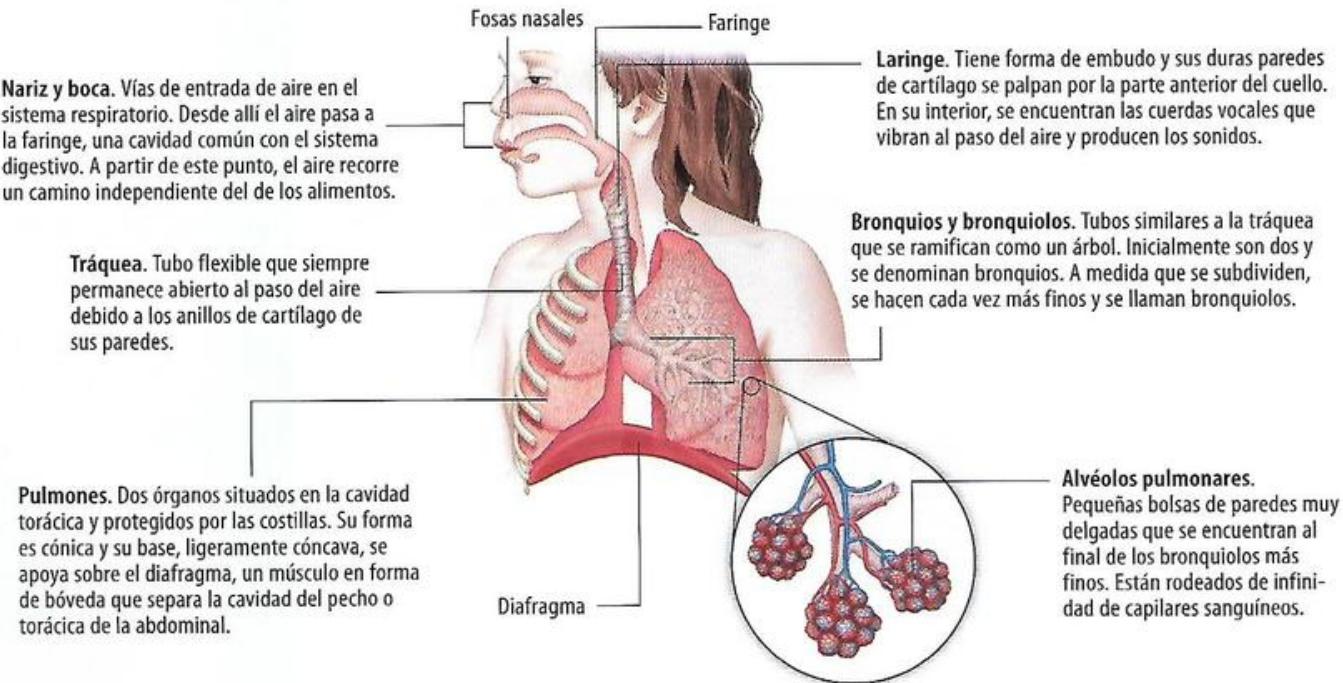
- **Vías respiratorias superiores.** Las fosas nasales son la entrada de aire al sistema respiratorio. Sigue la faringe, donde se filtra, calienta y humedece el aire, que luego será conducido a la laringe. La laringe, además de conducir el aire hacia la tráquea, es el principal órgano de fonación por contener las cuerdas vocales, y la resonancia se produce en las vías aéreas superiores en conjunto.
- **Vías respiratorias inferiores.** La tráquea está constituida básicamente por cartílago, cuya rigidez previene que el tubo se colapse. El extremo inferior de la tráquea se divide en dos bronquios, y cada uno conduce aire a un pulmón.

Los bronquios primarios se ramifican en bronquios secundarios, terciarios y así sucesivamente, originando bronquiolos, cuyos extremos son los alvéolos. Cada alvéolo es un saco diminuto, cuyas finísimas paredes permiten el intercambio gaseoso con los numerosos capilares sanguíneos que lo rodean.

El conjunto de los bronquiolos, los alvéolos y la red de capilares que los rodean constituyen los **pulmones**, que se encuentran en la cavidad torácica.

Los pulmones están situados dentro del tórax, protegidos por las costillas y a ambos lados del corazón. Son huecos y están cubiertos por una doble membrana lubricada (serosa) llamada **pleura**. La pleura es una membrana de tejido conjuntivo, elástica que evita que los pulmones rocen directamente con la pared interna de la caja torácica.

### PARTES DEL SISTEMA RESPIRATORIO



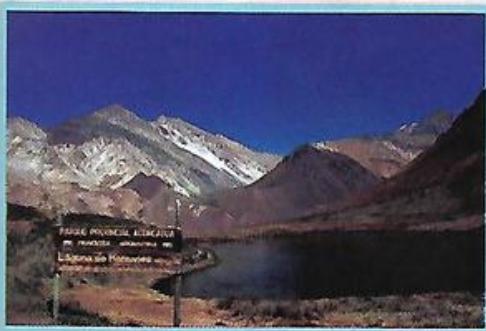
## EL EFECTO DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA SOBRE LA RESPIRACIÓN

En la superficie de la Tierra, a nivel del mar, la atmósfera ejerce sobre el cuerpo humano una presión de 1 atmósfera (1 atm) o 760 milímetros de mercurio (760 mm Hg) o 1013 hectopascales (1013 hPa). En estas condiciones, los pulmones contienen 5 litros de aire. Si la presión atmosférica se modifica, el cambio se percibe inmediatamente.

Esto ocurre, por ejemplo, cuando una persona sube una montaña. En esas condiciones, disminuye la presión y la disponibilidad de oxígeno de la atmósfera. Estas modificaciones tienen efectos sobre el sistema respiratorio, la frecuencia respiratoria, es decir, la cantidad de inhalaciones y exhalaciones por minuto, aumenta y asegura una mayor provisión de oxígeno, a costa de un intercambio gaseoso no tan eficiente. Por otro lado, también aumentan los latidos del corazón. Si uno se queda mucho tiempo en un lugar con esas condiciones, el cuerpo genera mayor cantidad de glóbulos rojos, de manera que se transporta una mayor cantidad de oxígeno en la sangre con una frecuencia respiratoria normal.

Si en lugar de subir una montaña, una persona se sumergiera en el agua, lo que estaría experimentando es un aumento de la presión. Cada 10 metros de profundidad, la presión aumenta 1 atm. Por ejemplo, si alguien desciende 10 metros, el agua ejerce sobre el cuerpo una presión de 2 atm. En los pulmones del buzo, al respirar aire comprimido de los tanques, se pueden almacenar 10 litros de aire, aun cuando su tamaño permanezca igual. A medida que el buzo asciende a la superficie, la presión va disminuyendo. Si durante el ascenso el buzo retuviera el aire en sus pulmones, estos se expandirían hasta alcanzar el volumen de 10 litros. Como consecuencia, los pulmones aumentarían de tamaño y reventarían.

Por otro lado, el aire que llevan los buzos al descender es una mezcla de gases similar al aire, por lo tanto, contiene nitrógeno. Si bien el nitrógeno no participa en el proceso de respiración, ingresa a los tejidos y los satura debido a la presión. Si el ascenso se produce demasiado rápido, la presión disminuye bruscamente, y entonces el nitrógeno disuelto tiende a salir, "escapando" de la sangre en forma de burbujas. Este trastorno se denomina **borrachera de las profundidades**, ya que sus síntomas son similares a una borrachera (sensación de tranquilidad, dificultad de concentración, euforia, o pérdida de la noción de peligro, hasta inconsciencia). Para que esto no se produzca, los buzos hacen paradas de descompresión durante su ascenso.



Subir o descender sobre el nivel del mar tiene consecuencias. Para escalar el Aconcagua se requiere de un entrenamiento especial y para bucear es necesario hacer paradas de descompresión a fin de evitar la borrachera de las profundidades.



La presión atmosférica se mide con un barómetro. Averigüen cuál es la unidad de medida que utiliza este instrumento.

### ACTIVIDADES

1. Averigüen cuáles son las adaptaciones de los mamíferos marinos que les permite soportar grandes presiones y ascender a la superficie, sin necesidad de hacer paradas de descompresión.

## VENTILACIÓN PULMONAR Y HEMATOSIS



El diafragma a veces se contrae de manera espasmódica, involuntaria y repetitiva junto a los músculos intercostales. Esto se conoce como **hipo**.



Los movimientos respiratorios se evidencian por el tamaño del tórax que aumenta en la inspiración y disminuye en la exhalación.

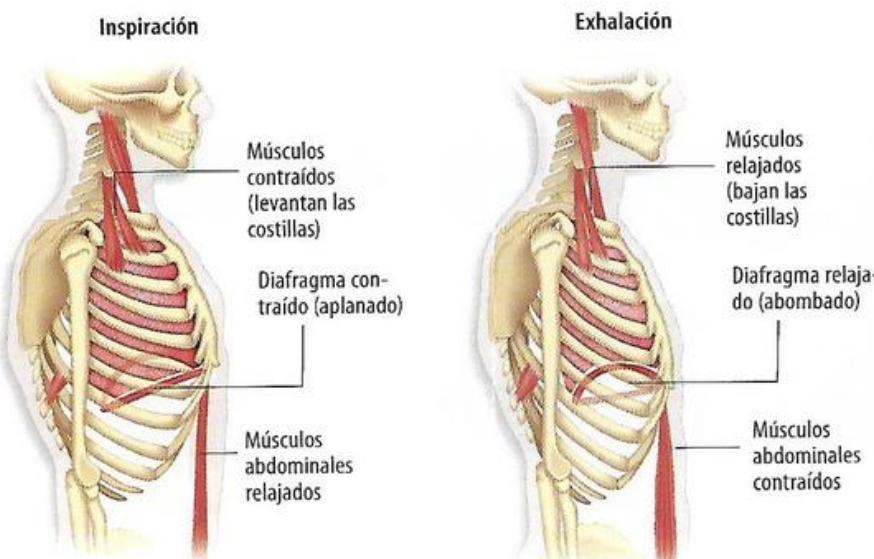
La función principal del sistema respiratorio es obtener el oxígeno que las células requieren para funcionar y eliminar del cuerpo el dióxido de carbono que se genera durante dicho funcionamiento y cuya acumulación resulta tóxica. Esto es posible gracias a dos fenómenos íntimamente relacionados: la **ventilación pulmonar** y el **intercambio de gases o hematosis**.

### LA VENTILACIÓN PULMONAR

Los pulmones se encuentran en el interior de una cavidad llamada **caja torácica**. Esta se encuentra delimitada por huesos (las costillas) y por músculos (los intercostales y el diafragma). Cuando el diafragma se contrae o se expande, el volumen de la caja torácica se modifica, también contrayéndose o expandiéndose. Los pulmones acompañan estos cambios, porque si bien no tienen músculos, están fuertemente unidos a la caja torácica. Esta serie de movimientos reciben el nombre de **movimientos respiratorios** y permiten el ingreso de aire a los pulmones, llamado **inspiración** o **inhalación** y la salida de este hacia la atmósfera, llamada **exhalación**. Estos fenómenos ocurren de la siguiente manera:

- **Inspiración.** Durante la inspiración, el diafragma se contrae y baja, el volumen de la caja torácica aumenta, permitiendo que los pulmones se expandan. Esto hace que la presión de aire en los pulmones sea menor que la presión atmosférica, y esa diferencia de presión provoca que el aire ingrese a los pulmones.
- **Espiración.** Durante la exhalación, en cambio, el diafragma se relaja y sube. Esto produce que el volumen de la caja torácica disminuya, y los pulmones se contraigan. De esa manera, la presión en los pulmones es mayor que la presión atmosférica, y el aire sale.

Este flujo constante de entrada y de salida de aire de los pulmones recibe el nombre de **ventilación pulmonar** y se debe a cambios en el volumen de la caja torácica producidos por los movimientos de los músculos intercostales y el diafragma.



## EL INTERCAMBIO DE GASES O HEMATOSIS

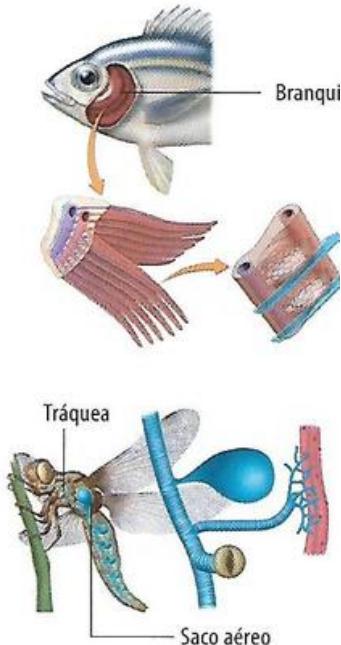
Tanto el aire que entra como el aire que sale del sistema respiratorio tienen oxígeno y dióxido de carbono. Pero el aire que se inspira tiene más oxígeno y menos dióxido de carbono que el espirado. Es decir, la composición del aire se modifica luego de pasar por el interior del cuerpo. La cantidad de nitrógeno no varía.

En el caso de la sangre, si bien circula por todo el cuerpo llevando ambos gases, hay diferencias en la proporción de cada uno antes y después de pasar por los pulmones. La proporción de oxígeno en la sangre es menor al llegar a los pulmones con respecto a la sangre que sale de los pulmones hacia el resto del cuerpo, mientras que la proporción de dióxido de carbono es mayor al llegar a los pulmones con respecto a la que sale. De la misma manera que ocurre con el aire, en la sangre la cantidad de nitrógeno se mantiene constante durante su recorrido por todas las células del cuerpo.

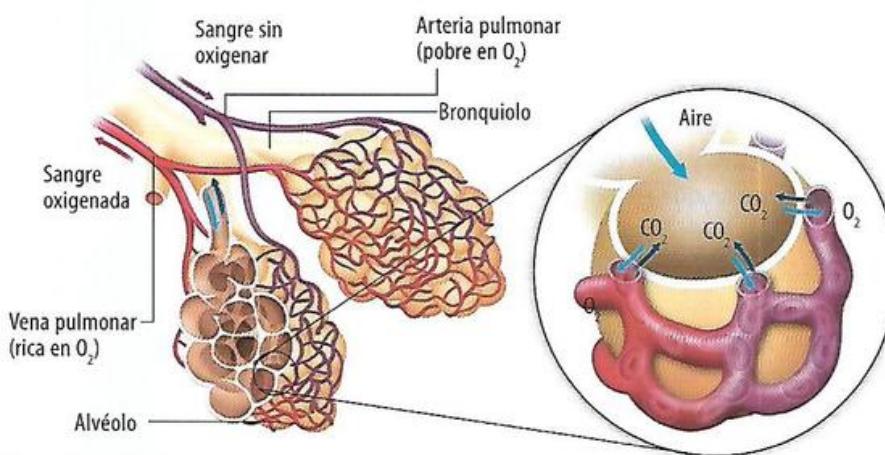
Estos cambios en la composición del aire y de la sangre se deben al intercambio entre el aire atmosférico y la sangre que se realiza en los alvéolos cuyas paredes constituyen la **superficie respiratoria**, es decir, el lugar donde se realiza el intercambio de gases, que recibe el nombre de **hematosis**. Una parte del oxígeno que llega a los pulmones atraviesa las paredes de los alvéolos y las paredes de los finos capilares que los rodean. El oxígeno pasa a la sangre y es transportado por ella en los glóbulos rojos. El dióxido de carbono recorre el camino contrario: desde la sangre, pasa al interior de los alvéolos que atraviesan las paredes de los alvéolos por **difusión**, es decir, desde el lugar donde su concentración es mayor hacia el lugar donde su concentración es menor. Por eso, hay intercambio de oxígeno y dióxido de carbono pero no de nitrógeno; porque este gas se encuentra en igual concentración tanto en el interior de los alvéolos como en la sangre.

La superficie respiratoria posee características que permiten el intercambio de gases:

- Es muy delgada, lo que favorece la difusión. La pared que separa el aire alveolar y la sangre es muy fina, menos de una milésima de milímetro.
- Es húmeda, lo que permite que el oxígeno y el dióxido de carbono difundan a través de la superficie respiratoria disueltos en agua.
- Está revestida por una gran cantidad de capilares sanguíneos, lo que facilita el intercambio de gases entre el exterior y la sangre.



En otros animales la respiración ocurre a través de otras estructuras. En el caso de los peces son las branquias y en el caso de los insectos son las tráqueas. Investiguen en Internet cómo son y cómo funcionan estas estructuras.

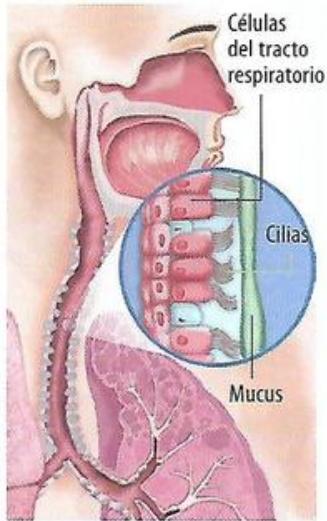


El oxígeno y el dióxido de carbono atraviesan las paredes de los alvéolos por difusión.

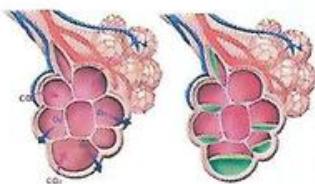
### ACTIVIDADES

1. El aire que ingresa desde el exterior hacia los pulmones, además de oxígeno, contiene dióxido de carbono ¿Por qué a nivel de los pulmones, el dióxido de carbono no pasa a la sangre?

## LA SALUD DEL SISTEMA RESPIRATORIO



El tracto respiratorio está recubierto por cílios y mucus que limpian el aire que ingresa al organismo.



La neumonía es una enfermedad del sistema respiratorio, en la que existe una inflamación en los espacios alveolares.

Cuando inspiramos y exhalamos, renovamos una parte del aire que llena los pulmones, el cual contiene microorganismos y sustancias nocivas que nos pueden enfermar. Para evitarlo, hay unas estructuras que funcionan como filtro, denominadas **cílios**.

Las cílias son extensiones semejantes a pequeños pelos, recubren la nariz y el tracto respiratorio superior. Además, toda la superficie respiratoria genera **mucus**, también llamado moco, que la mantiene húmeda. El movimiento de las cílias junto con el moco permite atrapar las partículas extrañas que ingresan al organismo con el aire. Este es un mecanismo de defensa que permite que llegue aire limpio a los pulmones.

## LAS ENFERMEDADES DEL SISTEMA RESPIRATORIO

A pesar de los mecanismos de defensa, algunos microorganismos sortean esta barrera y se producen infecciones respiratorias en las vías superiores e inferiores.

- Las infecciones en las vías respiratorias superiores causan enfermedades leves como los resfriados y, en algunas ocasiones, enfermedades más graves, como la gripe.
- Las infecciones en las vías respiratorias inferiores, si se producen e instalan en los conductos respiratorios, ocasionan **bronquiolitis**. En cambio, si lo hacen en los pulmones, causan una **neumonía**.

Muchas de las enfermedades más graves del sistema respiratorio se producen por el consumo de tabaco. El **tabaquismo** se relaciona con enfermedades, como las siguientes:

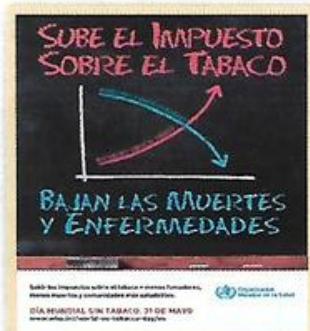
- **Bronquitis crónica.** Las sustancias irritantes del humo del tabaco provocan la secreción de abundante mucosidad que obstruye las vías respiratorias.
- **Cáncer de pulmón.** El tabaco provoca alrededor del 90% de los casos de cáncer de pulmón, y contribuye a la aparición de otros tumores, como el de laringe y boca. El hábito a fumar genera adicción. La nicotina del cigarrillo se absorbe en la mucosa nasal, oral y respiratoria y rápidamente llega al cerebro. Allí ejerce una acción altamente estimulante sobre el sistema nervioso, por eso es una de las drogas más adictivas.

### VALORES

### EL TABACO Y LOS FUMADORES PASIVOS

El humo del tabaco no solo afecta a las personas que fuman, sino también perjudica a las personas que inhalan el humo: los **fumadores pasivos**.

- Organízense en grupos y busquen información sobre los daños que produce el tabaco en los fumadores pasivos, para ello ingresen a los siguientes sitios: [e-sm.com.ar/activo](http://e-sm.com.ar/activo) y [e-sm.com.ar/pasivo](http://e-sm.com.ar/pasivo)
- Con la información que encontraron, armen un debate en clase con posturas a favor y en contra de las leyes contra el humo. Para construir sus argumentos deben tener presentes las siguientes consideraciones: dar ejemplos, recurrir a datos, buscar relaciones causa-efecto, citar opiniones de expertos y definiciones, averiguar reglamentaciones en otros países y el efecto de estas reglamentaciones, etc.
- Una vez terminado el debate y a modo de síntesis, construyan en conjunto un afiche como parte de una campaña para decir NO al consumo de cigarrillos.



La Organización Mundial de la Salud (OMS) organiza campañas de concientización a fin de disminuir el consumo del tabaco. Este cartel es de la campaña 2014.

## EL CUIDADO DEL SISTEMA RESPIRATORIO

Si un cuerpo extraño irrita los conductos respiratorios, la respuesta del organismo es el estornudo. Este es una contracción violenta de la caja torácica que permite expulsar el aire de los pulmones a gran velocidad y arrastra al cuerpo extraño hacia el exterior. A veces, el estornudo y la tos están asociados a problemas respiratorios. Por eso, si bien estas reacciones son mecanismos de defensa, también son una vía de transmisión de las infecciones respiratorias, porque lanzan al aire pequeñísimas gotas de saliva o mucus que contienen microorganismos. Además de no fumar, para evitar problemas respiratorios podemos tener en cuenta otros hábitos saludables como los siguientes:

- Inspirar el aire por la nariz. A medida que el aire avanza por el sistema respiratorio se limpia de impurezas y se calienta. Este mecanismo de limpieza y calentamiento del aire no sucede si inspiramos por la boca.
  - Sentarse y pararse de forma correcta. De esa manera, la caja torácica se encontrará expandida y se promueve una mejor ventilación.
  - Cubrirse la boca y la nariz al toser o estornudar. Para contener las secreciones respiratorias lo ideal es usar pañuelos o toallitas de papel.
  - Lavarse las manos con frecuencia y de forma correcta, con desinfectantes.
  - Realizar actividad física. La actividad aeróbica permite aumentar la capacidad de ventilación y, por lo tanto, la sangre se oxigena mejor.
  - No permanecer en sitios cerrados con mucha gente y mal ventilados. Así, evitaremos la exposición al aire cargado de microorganismos.
  - Estar atentos a las campañas de vacunación para prevenir enfermedades. En la Argentina estas campañas se realizan anualmente.



Al estornudar, si no tenemos un pañuelo para taparnos, es mejor hacerlo con el antebrazo y no con la mano para no contagiarnos a otros por contacto.



*Trabajo práctico 3*  
páginas 178 y 179.

## CALENDARIO NACIONAL DE VACUNACIÓN

El Estado Nacional garantiza en centros de salud y hospitales públicos de todo el país

El calendario de vacunación es parte de las políticas públicas de salud que llevan adelante los Ministerios de Salud en cada país. Dado su carácter obligatorio, el Estado tiene que llevar adelante las acciones que se requieran para asegurar que se cumpla.

### ACTIVIDADES

1. Expliquen cuál es la importancia de las cilias del tracto respiratorio para nuestra salud.
  2. ¿Por qué el estornudo es un mecanismo de defensa del cuerpo?



## SISTEMA EXCRETOR: ANATOMÍA Y FUNCIONES

El organismo expulsa el dióxido de carbono proveniente de la respiración celular a través del sistema respiratorio. Además de este gas, las células fabrican otros productos de desecho, que se expulsan disueltos en agua a través de la orina o el sudor. La eliminación de los productos de desecho provenientes de la actividad de las células se denomina **excreción**. La orina se produce y se elimina a través del sistema urinario y, el sudor, se elimina a través de la piel, por las glándulas sudoríparas. Estas estructuras conforman el **sistema excretor**.

### EL SISTEMA URINARIO

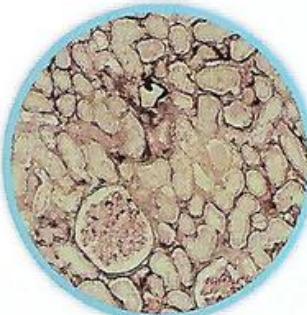
La orina se forma en el sistema urinario, que está compuesto por los riñones, la vejiga y una serie de conductos de transporte. A continuación veamos sus componentes.

El análisis de la orina se hace por medio de tiras reactivas vistas al microscopio. Allí se pueden detectar distintos tipos de células que pueden indicar diferentes desórdenes.

Médula. De aspecto estriado y dividida en pirámides renales.

Vasos sanguíneos. —  
Entran y salen del riñón por su parte cóncava; son la arteria y la vena renal, respectivamente.

Uretra. Conducto que lleva la orina desde la vejiga al exterior.



Vista al microscopio de las células del riñón.

Corteza. De aspecto granular debido a los corpúsculos de Malpighi.

Riñones. Dos órganos con forma de poroto, situados a ambos lados de la columna vertebral, en la cavidad abdominal. Están muy vascularizados y en ellos se forma la orina. En su interior, se distinguen la corteza, la médula y los vasos sanguíneos.

Uréteres. Dos tubos finos que recogen la orina fabricada en cada riñón.

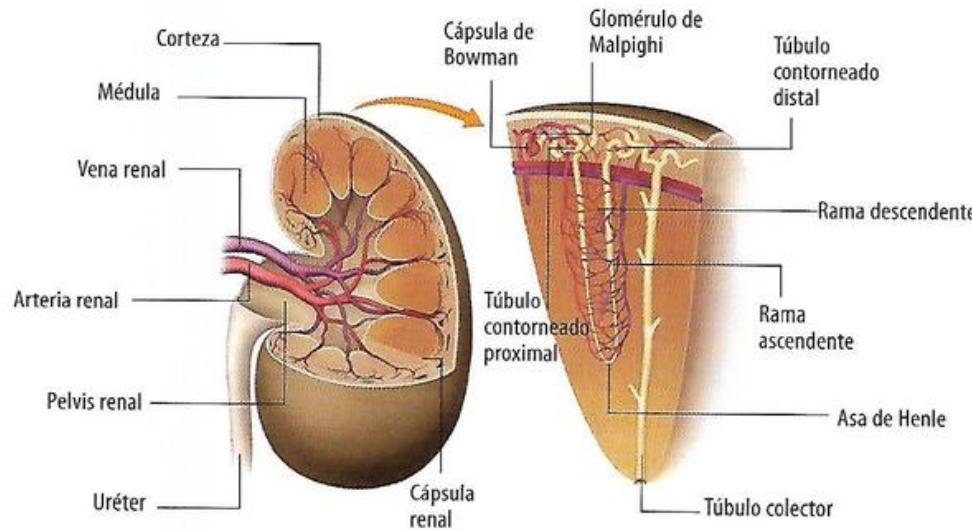
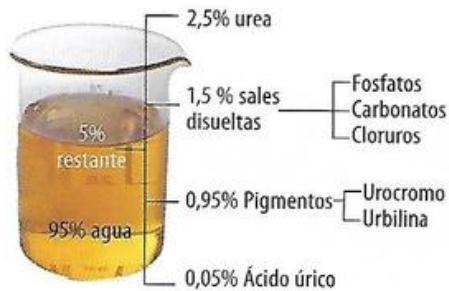
Vejiga. Acumula la orina que llega de forma continua por los uréteres. Es extensible y puede contener una cantidad variable de orina (de 250 cm<sup>3</sup> a 500 cm<sup>3</sup>). Cuando está llena, se contrae y surge la necesidad de orinar.

### EL FUNCIONAMIENTO DE LOS RIÑONES

El buen funcionamiento de los riñones impide que se acumulen sustancias de desecho en la sangre, que son dañinas para la salud. Si se observa un riñón con gran aumento, se puede ver que contiene más de un millón de unidades básicas, denominadas **nefronas**. Estas se sitúan en la corteza y en la médula; y se hallan rodeadas de un amplio sistema vascular.

## PARTES DEL RIÑÓN Y LA NEFRONA

- **Cápsula de Bowman.** Está situada en la corteza renal. Tiene forma de copa hueca, constituida por una doble pared de células epiteliales que rodean a un conjunto de capilares sanguíneos denominado **glomérulo de Malpighi**. Al estar la cápsula de Bowman y el glomérulo perfectamente acoplados, forman una única estructura llamada corpúsculo de Malpighi.
- **Túbulo contorneado proximal.** Localizado en la corteza renal, se halla a continuación de la cápsula de Bowman.
- **Asa de Henle.** Continuación del túbulito contorneado proximal. Penetra hacia el interior de la zona medular del riñón; y en ella, se distinguen dos partes: la rama descendente y la ascendente.
- **Túbulo contorneado distal.** Continuación del asa de Henle. Se localiza en la zona cortical del riñón, y junto con otros, pertenecientes a distintos nefrones, desemboca en el túbulito colector.



## LA COMPOSICIÓN Y PRODUCCIÓN DE LA ORINA

La orina es un líquido de color amarillo transparente, aunque se puede volver opaco si está muy concentrado, que contiene alrededor de un 95% de agua y un 5% de sustancias disueltas. Las sustancias que están disueltas en ella también lo están en la sangre; aunque la orina tiene una mayor concentración de sustancias de desecho, como la urea, un compuesto de desecho rico en nitrógeno que producen las células cuando utilizan las proteínas. El proceso de formación de la orina ocurre de la siguiente manera:

- **En la cápsula de Bowman.** La sangre de los capilares se filtra hacia la cápsula, de forma que el líquido que entra solo contiene moléculas pequeñas como agua, sales, glucosa y urea.
- **En el túbulito.** El líquido filtrado recorre el túbulito y algunos componentes del líquido atraviesan sus paredes y vuelven a los capilares que lo rodean. Toda la glucosa y el 99% del agua son devueltos a la sangre. Pero solo una pequeña parte de la urea y de las sales retorna a ella. Los túbulitos de varias nefronas desembocan en tubos más gruesos que recogen toda la orina formada.

### ACTIVIDADES

1. Describan el proceso de formación de la orina, indicando en la ilustración de la página los lugares donde se produce.
2. ¿Qué creen que sucedería si fallara el funcionamiento de los riñones?

## LA DOBLE FUNCIÓN DEL RIÑÓN

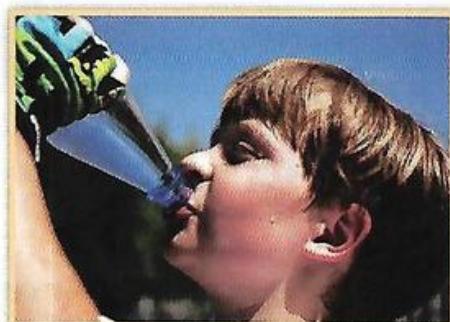
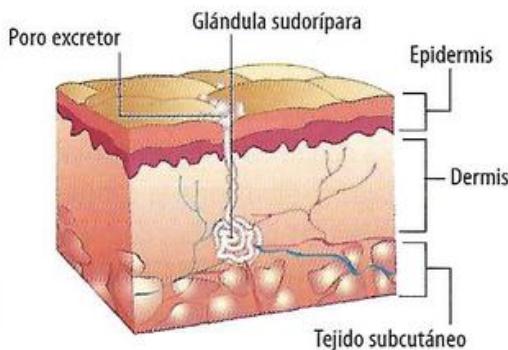
Los riñones, como los pulmones o la piel, son órganos excretores. Es decir, depuran la sangre liberándola de los desechos producidos por la actividad celular. Pero esta no es su única función.

En la orina, los desechos se eliminan con agua y sales minerales; pero ambas sustancias son necesarias para el buen funcionamiento del organismo. Por lo tanto, a través de la orina estaríamos eliminando desechos, pero a la vez sales y agua que el organismo requiere. Esta situación de beneficio y pérdida (eliminación de desechos y pérdida de agua) se ve compensada si tenemos en cuenta que el volumen y la composición de la orina pueden ser muy variables. Por ejemplo, al beber grandes cantidades de agua, se forma una orina muy abundante y diluida, mientras que si la ingesta de líquidos es escasa, la cantidad de orina que se forma es menor y muy concentrada. De esta forma, los riñones ayudan a mantener constante la cantidad de agua y de sales de la sangre contribuyendo a la homeostasis, es decir, al mantenimiento de las características del medio interno.

La mayor o menor concentración de la orina depende de la acción de una hormona denominada **antidiurética** o **vasopresina**. Esta hormona modifica la permeabilidad del túbulito colector al agua. En ausencia de esta hormona, las paredes del túbulito son poco permeables al agua: el líquido se reabsorbe menos y se forma una orina diluida. En cambio, si actúa la hormona antidiurética, las paredes del túbulito son más permeables al agua, pues se abren ciertos canales de la membrana que dejan pasar el agua. Así, la cantidad de agua que se reabsorbe en el túbulito es mayor, y la orina que se forma está más concentrada.

## LA PIEL Y LA FORMACIÓN DEL SUDOR

La piel es un órgano que recubre toda la superficie del cuerpo. Tiene una estructura en forma de capas: la más superficial o epidermis y la más profunda, dermis. En la dermis, se encuentran las glándulas sudoríparas, que producen el sudor. El sudor se forma cuando las glándulas sudoríparas recogen el agua que se filtra de los capilares sanguíneos, tiene una composición semejante a la de la orina, aunque más diluida. Dependiendo de la temperatura y de la humedad, las glándulas producen el sudor que eliminan hacia el exterior a través de un poro excretor.



El sudor, además de ser una sustancia de eliminación de desechos, constituye un mecanismo de regulación de la temperatura corporal.

En la epidermis se encuentran las glándulas sudoríparas que secretan el sudor.

### ACTIVIDADES

1. ¿Qué significa que el riñón tiene doble función? Justifiquen.
2. Expliquen el papel de la hormona antidiurética en el proceso de formación de la orina. ¿Qué relación tiene esto con la homeostasis?

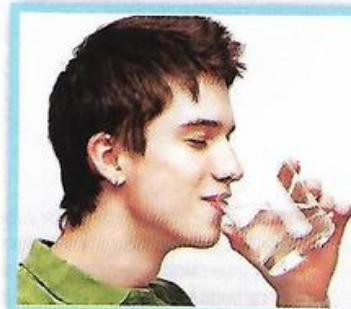
# LA SALUD DEL SISTEMA EXCRETOR

El sistema excretor mantiene el equilibrio del medio interno y evita el daño de las células al eliminar las sustancias tóxicas. Por eso debemos cuidarlo.

## EL CUIDADO DEL SISTEMA URINARIO Y DE LA PIEL

Los hábitos recomendables para el buen estado de los riñones y de la piel son:

- Consumir con moderación alimentos ricos en proteínas cuyos desechos deben ser eliminados con la orina, como carne y mariscos.
- Beber mucha agua para disolver los desechos y mantener la piel hidratada.
- Cuidar la piel de la exposición a los rayos ultravioletas del sol con el uso de protectores solares, evitando quemaduras.

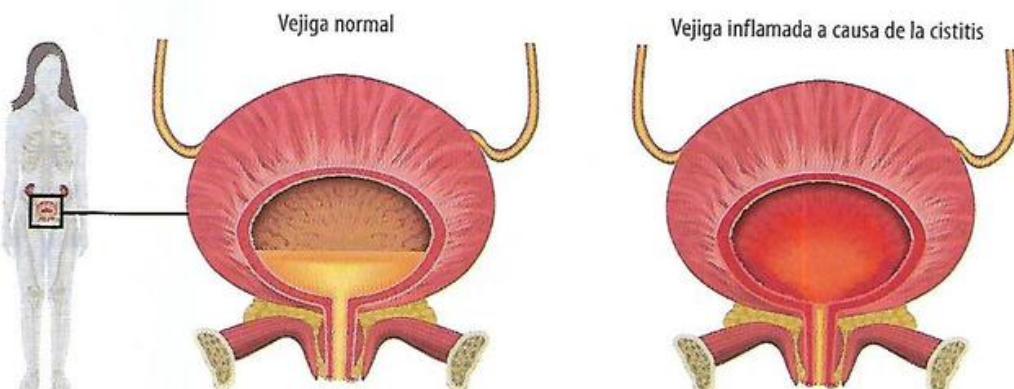


Llevar una dieta balanceada y beber abundante agua preservan el buen estado de los riñones.

## LAS ENFERMEDADES DEL SISTEMA URINARIO Y DE LA PIEL

Las enfermedades más frecuentes del sistema urinario y de la piel son las siguientes:

- **Las infecciones.** Debido a su conexión con el exterior, el sistema urinario puede contraer infecciones. La inflamación de la vejiga provocada por una infección se denomina **cistitis** y se manifiesta por molestias o dolor al orinar.



La causa más frecuente de la cistitis es el bacilo intestinal *Escherichia coli*, responsable de un 80% de las infecciones agudas.

- **La formación de cálculos.** Las sustancias transportadas por la orina suelen precipitar formando partículas del tamaño de un grano de arena, si son pequeñas, o cálculos o piedras, si son de mayor tamaño. Los cálculos pueden quedar en el riñón o pasar a los uréteres y bloquear los conductos.
- Una enfermedad renal grave puede hacer que los riñones dejen de funcionar. A veces, afecta a un solo riñón, pero cuando afecta a los dos, la persona debe realizar un tratamiento llamado **hemodiálisis**, que se realiza con una máquina conocida como **riñón artificial**, en la cual la sangre de la persona se pone en contacto con una solución similar al plasma sanguíneo a través de una membrana semipermeable. Esta membrana permite que pasen la urea y otros productos de desecho, pero no moléculas más grandes, como las proteínas. La hemodiálisis es una solución provisoria hasta que la persona recupere la función normal de los riñones. Si no la recupera, requerirá un trasplante de riñón.
- Las enfermedades más frecuentes de la piel son infecciones por gérmenes (bacterias y hongos) o por picaduras de insectos, quemaduras por el sol, fuego o agentes químicos.



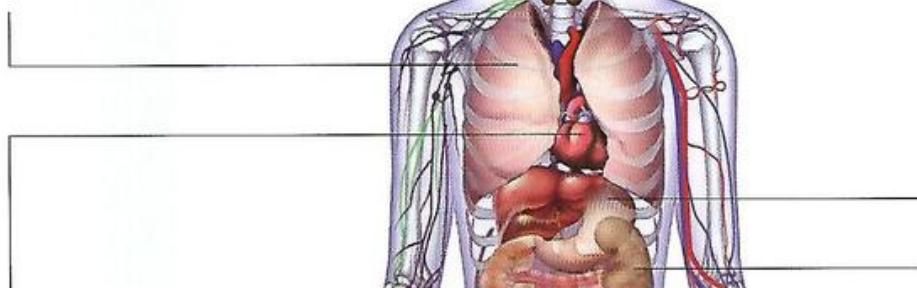
La urticaria es una enfermedad de la piel que se caracteriza por lesiones cambiantes, generalmente rojizas, que viene acompañada de picazón.

## INTEGRACIÓN DE FUNCIONES DE LOS SISTEMAS DE LA NUTRICIÓN

Vimos que a partir del proceso de la digestión se obtienen los nutrientes de los alimentos, y que esos nutrientes son fuente de materia y energía. Pero ¿cómo es posible obtener energía a partir de ellos? El sistema circulatorio distribuye estos nutrientes, pero ¿a dónde y para qué los distribuye? También mencionamos que el sistema respiratorio y excretor son necesarios en este aprovechamiento, ¿cuál es su contribución? Intentemos responder estas preguntas recordando e integrando lo aprendido.

### Sistema respiratorio

Formado por un sistema de conductos y cavidades que permiten el ingreso del aire, el intercambio de oxígeno por dióxido de carbono en la sangre y la eliminación de este último al exterior. Los movimientos que favorecen este intercambio en los pulmones son generados por la musculatura torácica.



### Sistema circulatorio

Es una vasta red de vasos que transporta agua, nutrientes, gases, desechos y una gran variedad de células defensivas. Dada su función de intercambiar sustancias, se comunica con cada órgano, tejido, y célula del cuerpo.

### Sistema digestivo

Sus órganos permiten degradar los alimentos y retener los nutrientes que estos poseen, dirigiéndolos a la sangre para su distribución en todos los tejidos, incluyendo algunos especializados en su almacenamiento.

### Sistema excretor

Formado por una serie de órganos capaces de eliminar sustancias en exceso o que resultan tóxicas. Estas sustancias son captadas desde la sangre. También regula la excreción de agua por los riñones, controlando la presión sanguínea.



Claude Bernard fue el primero en hablar de la constancia del medio interior como condición indispensable para la vida.

## LA HOMEOSTASIS

La **homeostasis** es el conjunto de procesos fisiológicos que mantienen estables las características del medio interno. En los seres humanos, esta estabilidad se mantiene por la actividad coordinada de los sistemas del cuerpo: nervioso, hormonal, circulatorio, digestivo, excretor y respiratorio.

Algunos de los parámetros involucrados en mantener la homeostasis son la cantidad de glucosa en sangre, proporcionada por la digestión de los alimentos y la cantidad de agua, de desechos y de sales, regulada por los sistemas excretor y respiratorio.

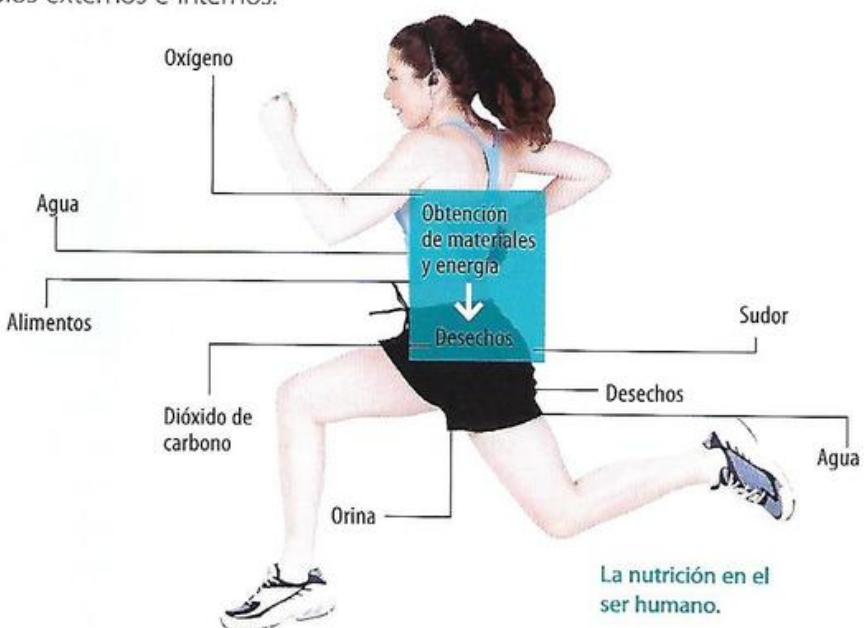
Podemos decir que, en última instancia, el objetivo de todos los procesos vistos en los capítulos 5 y 6 es proveer al organismo de la materia y de la energía necesaria para mantener la homeostasis, un estado compatible con la vida.

## LA RESPIRACIÓN CELULAR Y LOS DESECHOS

Los nutrientes llegan a todas las células del cuerpo llevados por la sangre. A través de diferentes mecanismos, estos ingresan a las células, donde son utilizados. Para que una célula pueda llevar adelante todas las funciones vitales, requiere de energía. Esa energía la obtiene de unas organelas llamadas **mitocondrias**. La glucosa ingresa a la mitocondria y, tras producirse una serie de transformaciones, se obtienen energía y desechos, principalmente agua y dióxido de carbono, por un proceso llamado **respiración celular**. El mecanismo de la respiración celular consume oxígeno, y lo llevan a cabo todas las células del cuerpo. Entender el proceso de respiración celular nos permite entender cómo se relacionan los cuatro sistemas vistos:

- Por medio del **sistema digestivo** ingresan al organismo los alimentos, que se transforman dando lugar a la glucosa, que se requiere para generar energía y otras sustancias que servirán para construir distintas biomoléculas necesarias para cumplir funciones de sostén, de información, de reserva, etc.
- El **sistema circulatorio** posibilita que esas sustancias se movilicen y lleguen a todas las células, así como también transporta el oxígeno necesario para la respiración celular y los desechos que se producen.
- El oxígeno llega a la sangre luego del intercambio gaseoso que tuvo lugar en los alvéolos, es decir, en el **sistema respiratorio**. Durante la respiración celular, se genera dióxido de carbono, que es transportado desde las células hacia los pulmones y de allí al exterior.
- Dentro de la célula se llevan a cabo procesos de los que se obtiene nitrógeno que debe ser desecharado. A través de la circulación llega a los riñones, queda retenido allí, forma parte de la orina y luego es expulsado al exterior. La eliminación de desechos, llevada a cabo por el **sistema excretor**, es lo que cierra el ciclo, contribuyendo a mantener constantes las características del medio interno.

Al hablar de "condiciones constantes" se hace referencia a un rango de condiciones. Este rango de condiciones, compatible con la vida, se ve constantemente amenazado por cambios externos e internos.

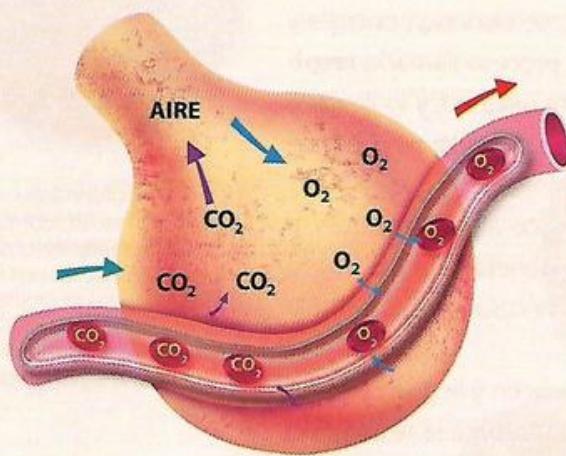


Vista al microscopio de mitocondrias, organela donde se produce la respiración celular.

### ACTIVIDADES

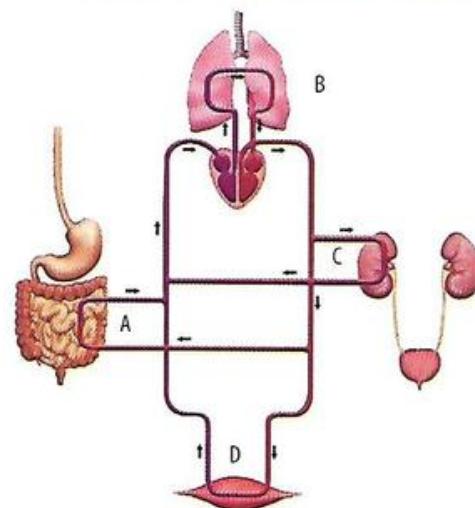
1. En este momento, ¿cómo creen que es posible la homeostasis en sus organismos? ¿Cuáles son los sistemas involucrados?
2. Expliquen con sus palabras las interacciones entre los sistemas de la nutrición.

1. Observen el siguiente esquema que representa un alvéolo pulmonar y el intercambio gaseoso que allí ocurre y luego resuelvan las consignas.



3. Se tomaron dos muestras de orina en dos personas en ayunas y la cantidad de agua encontrada fue de 72% en una y de 96% en la otra. ¿En cuál el efecto de la vasopresina fue mayor? ¿por qué?

4. Este esquema representa algunos intercambios que suceden en el cuerpo humano a través de la sangre.



- a) Completén el esquema con los gases que se encuentran en el alvéolo y en la sangre, a medida que la sangre circula por el capilar.  
 b) ¿Qué condición debe cumplirse para que el oxígeno atraviese los alvéolos pulmonares?  
 c) ¿Qué nombre recibe el mecanismo que permite la salida del dióxido de carbono y la entrada del oxígeno al cuerpo?  
 d) ¿Cuál es el destino final del oxígeno? ¿Qué recorrido hace hasta llegar ahí?

2. Respondan las siguientes preguntas.

- a) Además del oxígeno, ¿qué otras sustancias se requieren para que ocurra la respiración celular? ¿Qué sucede con lo que se genera?  
 b) ¿Por qué la respiración celular se relaciona con el sistema respiratorio?  
 c) ¿Por qué si el diafragma no forma parte de las vías respiratorias ni de los pulmones se lo considera parte del sistema respiratorio?  
 d) ¿Por qué es importante el rol de los riñones? ¿Qué consecuencias podría tener para la salud que no funcionen adecuadamente?  
 e) ¿Qué sucede cuando hay una infección en los alvéolos y estos no pueden cumplir bien su función? ¿Cómo repercute en el cuerpo?

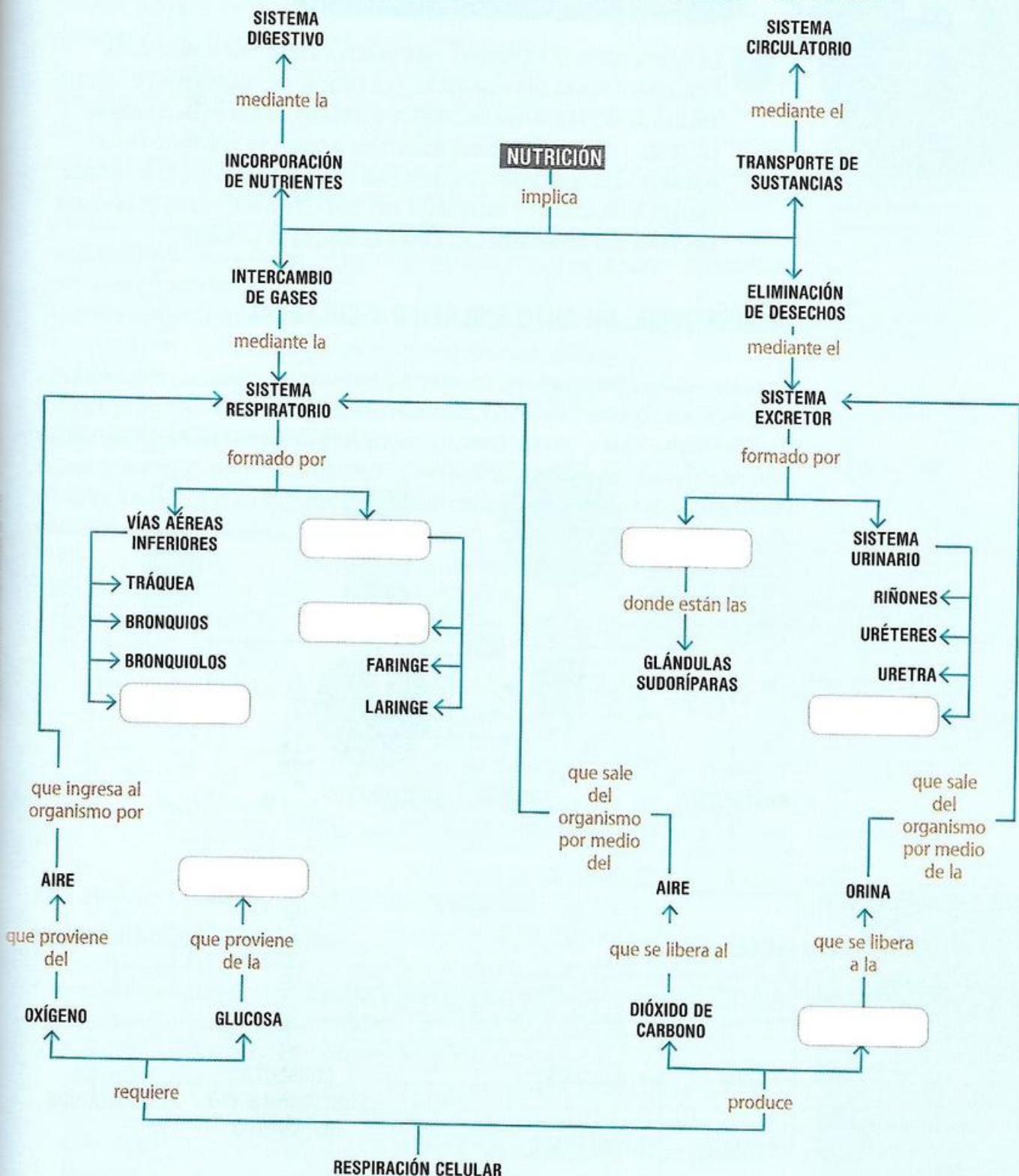
- a) Expliquen qué sucede en cada una de las zonas marcadas con letras.

- b) La zona D se refiere a lo que ocurre en células y tejidos, ¿cuál es la importancia de que se dé este intercambio? Teniendo en cuenta el esquema ¿cuáles podrían ser las razones por la que la sangre no llegue a favorecer este intercambio?  
 c) Completen la siguiente tabla, con los órganos que consideren más importantes del esquema:

	Órgano	Función

5. Es común que a las personas fumadoras les diagnosticuen una disminución en la capacidad pulmonar, ¿qué consecuencias podría tener esta disminución para el cuerpo? Relacionen los sistemas que participan en la nutrición.

1. Completen los espacios vacíos del siguiente esquema con los conceptos que correspondan.



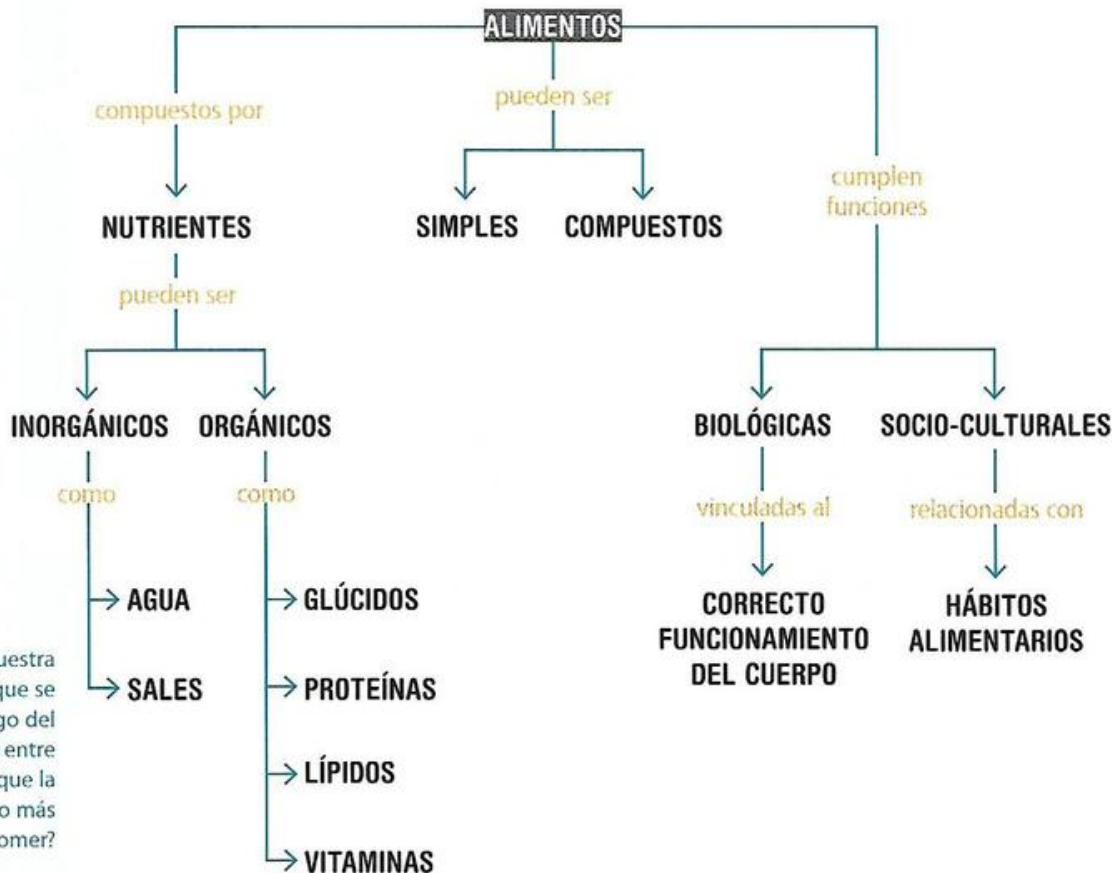
2. ¿Qué dificultades tuviste al estudiar los temas de este capítulo? ¿Cómo las resolviste?

# NUTRICIÓN Y SALUD

LA ALIMENTACIÓN ES PRIMORDIAL PARA NUESTRA SALUD. UNA ALIMENTACIÓN EQUILIBRADA BRINDA LOS NUTRIENTES Y LA ENERGÍA NECESARIOS PARA EL CUERPO. ADEMÁS DE SER ALGO FISIOLÓGICAMENTE NECESARIO, COMER ES UN FENÓMENO CULTURAL Y EL ACTO DE COCINAR O SENTARSE A COMER SE CONVIERTE EN UN MOMENTO PARA COMPARTIR, COMUNICARNOS Y EXPRESAR SENTIMIENTOS. BUENOS HÁBITOS ALIMENTARIOS Y CULTURALES CON RESPECTO A QUÉ Y CÓMO LO COMEMOS SON VARIABLES IMPORTANTES A LA HORA DE HABLAR DE LA SALUD.

## ALIMENTARSE, UN ACTO BIOLÓGICO Y CULTURAL

Hemos visto en los capítulos anteriores la importancia del proceso de nutrición, cuáles son los sistemas y órganos involucrados en este proceso y cómo esto incide a nivel orgánico y celular. En este capítulo, por un lado, veremos que el acto de comer incluye elecciones que contribuyen o no a nuestra salud. Por otro, veremos que la comida, además de ser una necesidad biológica, constituye un acto cultural: distintas condiciones sociales, económicas, las publicidades y los estilos de vida influencian fuertemente en el tipo de alimentación.



## LOS ALIMENTOS Y SUS COMPONENTES

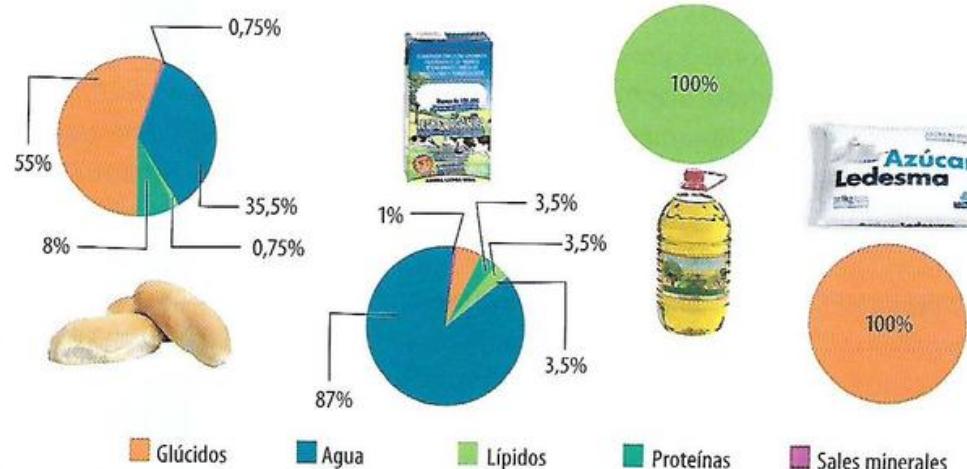
Todos los seres vivos requieren incorporar sustancias del ambiente. En el caso de los humanos, los productos incorporados son principalmente agua y alimentos, de los que se obtienen los nutrientes que las células utilizan. Existe una gran variedad de alimentos, y su origen también es muy diverso. Sin embargo, al analizar su composición química, podemos notar que todos tienen los mismos tipos de constituyentes: **sustancias orgánicas**, como los glúcidos o hidratos de carbono, los lípidos, las proteínas y las vitaminas; y **sustancias inorgánicas**, como el agua y las sales minerales. Las sustancias orgánicas de los alimentos constituyen **nutrientes orgánicos**, y las inorgánicas, **nutrientes inorgánicos**. Según la variedad de sustancias que los componen, los alimentos se clasifican en:

- **Alimentos simples.** Están formados por un solo tipo de sustancia alimenticia. Así, el aceite solo posee lípidos; y el azúcar de mesa, solo glúcidos.
- **Alimentos compuestos.** Están formados por diferentes sustancias alimenticias. Por ejemplo, el pan o la leche contienen glúcidos, proteínas y lípidos.



Las medialunas son un alimento compuesto.

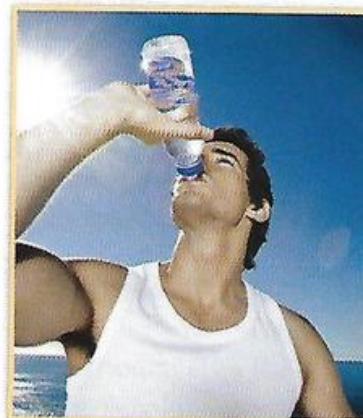
### COMPOSICIÓN DE ALGUNOS ALIMENTOS



## LAS SUSTANCIAS INORGÁNICAS DE LOS ALIMENTOS

Las sustancias inorgánicas no son exclusivas de la materia viva, sino que también forman parte de estructuras corporales no vivas, como partes de los dientes y de los huesos, el espacio entre las células, etcétera. Entre estas sustancias inorgánicas, las más importantes son el agua y los minerales.

- **Agua.** Compuesto más abundante en los seres vivos y medio en el que ocurren la mayoría de las reacciones químicas fundamentales para las funciones de las células. Nuestro organismo incorpora agua a través de las bebidas y los alimentos y pierde o elimina agua a través de la orina, el sudor, el aire espirado y la materia fecal.
- **Minerales.** Se encuentran en huesos y dientes, a los que dan dureza y resistencia. También, están disueltos en todos los líquidos del organismo, como la sangre, el líquido intracelular o extracelular o las lágrimas. A diferencia del agua, se requiere de cantidades muy pequeñas.



La Organización Mundial de la Salud sugiere beber dos litros de agua al día.

## LAS SUSTANCIAS ORGÁNICAS DE LOS ALIMENTOS



Habas.



Maíz.



Avena.



Las semillas, en general, contienen lípidos en forma de aceites

### ACTIVIDADES

1. ¿Qué tipo de alimento es la leche?
2. ¿Cuál es la importancia del agua en el organismo?
3. ¿Qué función cumplen las sales en el cuerpo?

Los alimentos que ingerimos tienen sustancias orgánicas fabricadas por otros seres vivos, que constituyen nutrientes orgánicos. Estas sustancias son los glúcidos; los lípidos, las proteínas y las vitaminas, y se hallan solo en la materia viva.

- **Glúcidos.** Sustancias que se utilizan tanto para almacenar energía como para extraerla de forma inmediata; por ejemplo, el glucógeno, compuesto por muchas moléculas de glucosa, se encuentra en el músculo y en el hígado. Ante una demanda energética se rompen las uniones entre las moléculas de glucosa y esas moléculas son utilizadas en las células para la respiración celular. Según su grado de complejidad se denominan mono-, di- o polisacáridos. La glucosa es un monosacárido, mientras que la sacarosa (formada por dos glucosa) es un disacárido. Si bien la glucosa es dulce, no todos los glúcidos lo son: el almidón y la celulosa son polisacáridos que se encuentran en los granos y en los vegetales, respectivamente y no tienen sabor dulce.
- **Lípidos.** Sustancias altamente energéticas, que constituyen excelentes reservas nutricionales. Los de origen vegetal son aceites, líquidos a temperatura ambiente; en cambio, los de origen animal son grasas, son sólidas a temperatura ambiente. El colesterol es un lípido de origen animal. En general son moléculas largas, que se pueden descomponer en sustancias más sencillas: el glicerol y los ácidos grasos.
- **Proteínas.** Macromoléculas formadas por la unión de centenares o miles de moléculas más simples, los aminoácidos. Existen muchas proteínas diferentes que se distinguen entre sí por el número, tipo y disposición de los aminoácidos que las forman. Cumplen varias funciones en el organismo: estructural (colágeno), inmuno-lógicas (anticuerpos), enzimáticas, como neurotransmisores, entre otras.
- **Vitaminas.** Sustancias orgánicas necesarias para el correcto funcionamiento de los organismos. Se requieren cantidades muy pequeñas, pero indispensables para el correcto funcionamiento. Es imprescindible incorporarlas a través de los alimentos porque nuestro organismo no puede fabricarlas.

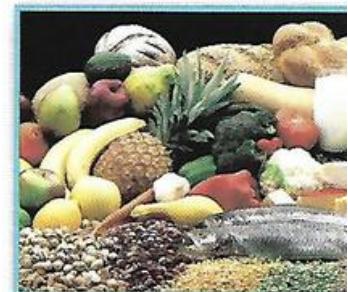
Vitamina	Alimentos en los que abunda	Síntomas de su carencia
A	Zanahoria, espinaca, huevos.	Lesiones en la piel, pelo y uñas; pérdida de la visión.
B	Cereales, legumbres, hígado.	Alteraciones nerviosas, lesiones en la piel.
C	Naranjas, coliflor, kiwi.	Cansancio, hemorragias en las encías.
D	Manteca, huevos, pescados.	Raquitismo en niños y huesos frágiles.

### ¿COMIDA O ALIMENTO?

Los alimentos se utilizan en distintas preparaciones; es decir, son la materia prima para hacer las comidas. Y las comidas se preparan con varios alimentos. Por ejemplo, las milanesas con puré se preparan a partir de varios alimentos: carne, pan rallado, huevo, papas, manteca y leche. Las comidas forman parte de la cultura de los distintos pueblos. Por esta razón, lo que comemos habitualmente depende de las tradiciones y de las costumbres del lugar donde vivimos, que tienen que ver con los alimentos que hay en la región. Los gustos particulares y la publicidad también influyen sobre los hábitos alimentarios.

## LA DIETA

El conjunto de alimentos y comidas que comemos diariamente compone nuestra dieta. Sus componentes son muy variados, y hay grandes diferencias entre las dietas de distintas poblaciones y épocas. Lamentablemente, no todas las dietas son saludables. Una **dieta equilibrada o saludable** es la que aporta todos los tipos de nutrientes en las cantidades adecuadas para mantener el cuerpo en buen estado y asegurar así un desarrollo correcto. Si bien podemos generalizar la dieta de un país o región, es importante tener en cuenta que la mejor dieta para cada uno depende de su contextura física, su estado de salud y de las actividades que normalmente desempeña.



Una dieta equilibrada está asegurada si consumimos alimentos de todos los grupos mencionados.

## LA RUEDA DE LOS ALIMENTOS

En España, en los años setenta, el Ministerio de Sanidad promovió la gráfica llamada rueda de los alimentos. Esta gráfica, con el correr del tiempo, se ha ido modificando y adaptando a los cambios de la sociedad. En ella, los alimentos se distribuyen en grupos según el tipo de nutrientes que aportan y su función en el organismo. Cada sector representa los alimentos en los que predomina un determinado nutriente, y su tamaño es proporcional a la importancia en la dieta. Los sectores de un mismo color incluyen alimentos con funciones nutricionales similares.

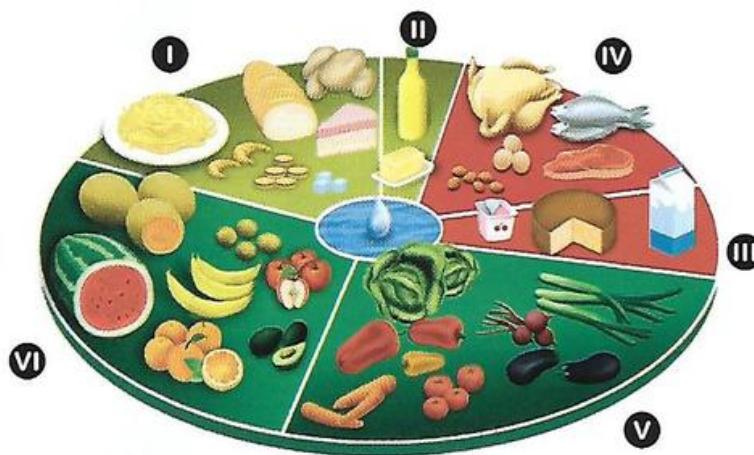
Dentro de esas funciones nutricionales, podemos mencionar:

- **Función plástica.** Se utilizan para construir nuestra propia materia y así, crecer o reponer la materia perdida.
- **Función energética.** Su combustión libera la energía que utilizamos para realizar el trabajo muscular.
- **Función reguladora.** Hacen posible que todos los procesos que tienen lugar en nuestro cuerpo se desarrollen con normalidad.

Para ayudar a las personas a llevar una dieta equilibrada, los distintos países ofrecen gráficos de alimentos. En estos, se tiene en cuenta el balance de nutrientes, las tradiciones alimentarias y los productos tradicionales de cada lugar. Todos los gráficos tienen el mismo objetivo y son válidos para cada país. La rueda contiene, además, menciones explícitas al ejercicio físico y a la necesidad de ingerir agua en cantidades suficientes.



La leche materna es el único alimento que contiene todos los nutrientes necesarios.



### ENERGÉTICOS

**Grupo I:** Alimentos ricos en glúcidos o hidratos de carbono: productos derivados de los cereales, papas, azúcar.

**Grupo II:** Alimentos en cuya composición predominan los lípidos: manteca, aceites y grasas en general.

### PLÁSTICOS

**Grupo III:** Alimentos ricos en proteínas: productos de origen lácteo.

**Grupo IV:** Alimentos ricos en proteínas: carnes, huevos, legumbres y frutos secos.

### REGULADORES

**Grupo V:** Alimentos ricos en vitaminas y minerales: hortalizas y verduras.

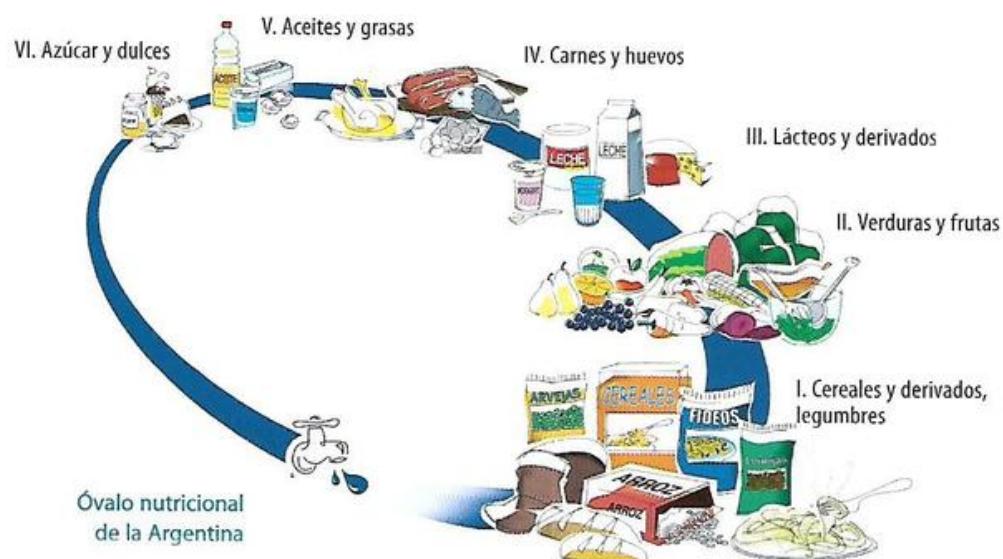
**Grupo VI:** Alimentos ricos en vitaminas y minerales: frutas.



La pirámide nutricional indica proporciones adecuadas de los alimentos a consumir.

## LAS GUÍAS ALIMENTARIAS

Muchos países tienen gráficos de las proporciones que se debe comer de cada alimento para tener una alimentación saludable, uno de los más conocidos es la pirámide nutricional. En nuestro país, el Ministerio de Salud de la Nación y la Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas Dietistas, publicó en el 2000 las Guías Alimentarias, que incluyen la gráfica de la alimentación saludable en forma de **óvalo nutricional**. En él, los alimentos se agrupan según las sustancias nutritivas. Algunos poseen cantidades mayores de un nutriente o lo tienen de una forma que nuestro cuerpo lo puede aprovechar mejor; se dice que esos nutrientes están en forma más **biodisponible**. Un ejemplo es el hierro: si bien se encuentra en carnes y vegetales, en las carnes está más biodisponible. Los alimentos que tienen más cantidad de un nutriente o que lo tienen en forma más biodisponible se denominan **alimentos fuente**.



El óvalo está formado por seis grupos de alimentos fuente. El tamaño de cada grupo refleja la proporción que se debe comer de él: se recomienda consumir una mayor proporción de cereales y legumbres que de carnes y huevos; las frutas y las verduras se deben incluir en mayor proporción que los azúcares y los dulces.

Además, el agua para beber, lavar o cocinar los alimentos debe ser potable.

### ACTIVIDADES

- Si un día no comieran frutas o verduras, ¿con qué otros alimentos podría balancearse?
- ¿Por qué es saludable comer alimentos que contengan fibra?

Grupo	Ejemplos	Fuente principal de...
I. Cereales y derivados, legumbres	Arroz, avena, maíz, trigo, harinas, fideos, pan y galletitas, arvejas, garbanzos, lentejas, porotos, soja.	Glúcidos y fibra.
II. Verduras y frutas	Todos los vegetales y frutas comestibles.	Vitaminas C y A, fibra, minerales.
III. Lácteos y derivados	Leche, yogur y queso.	Proteínas, calcio.
IV. Carnes y huevos	Carnes de animales y aves de crianza o de caza, pescados y frutos de mar.	Proteínas, hierro.
V. Aceites y grasas	Aceites, grasas y semillas.	Vitamina E. También son fuente de energía.
VI. Azúcar y dulces	Azúcar de mesa.	No ofrecen sustancias nutritivas indispensables.

## UN EJEMPLO DE DIETA EQUILIBRADA: LA DIETA MEDITERRÁNEA

Los habitantes de los países de la cuenca mediterránea, como España, Portugal e Italia, tienen un nivel alto de salud y longevidad, comparado con el de otros países. Se cree que esto se debe a la dieta que siguen, llamada **dieta mediterránea**.

La dieta mediterránea es la que en forma tradicional se sigue en esos países, pero eso no significa que sea exclusiva de esos lugares ni que la sigan todos sus habitantes. En la dieta mediterránea, están presentes los siguientes nutrientes en las cantidades requeridas para una dieta equilibrada que favorezca un buen estado de salud:

- Los **glúcidos**, base de esta dieta, son aportados por:
  - Los cereales, como el arroz y sus derivados, el pan o las pastas. Muchos se consumen como productos integrales.
  - Las legumbres, como las lentejas.
  - Las frutas, como el ananá y la frutilla, y las verduras frescas, como las lechugas.
- Las **proteínas**, que provienen principalmente del pescado.
- El principal **lípido** que se utiliza en esta dieta es el aceite de oliva, tanto para cocinar alimentos como para condimentar ensaladas u otras preparaciones.
- El aporte esencial de **vitaminas** y de **sales minerales** proviene también del consumo de frutas y verduras frescas.

Aunque no se sabe con exactitud qué aspectos de la dieta mediterránea son los más beneficiosos para la salud, los expertos en nutrición consideran que se debe a todo un conjunto de factores, entre los que se destacan:

- La mayor parte de la energía aportada por los alimentos procede de glúcidos complejos; mientras que los lípidos aportan solo una pequeña cantidad de energía. Esta característica previene la obesidad.
- Entre los lípidos, predomina un tipo de grasas llamadas **insaturadas**, presentes en el pescado y el aceite de oliva, que ayudan a reducir el colesterol en sangre, frente a otro tipo de grasas llamadas **saturadas**, que son de origen animal e incrementan el colesterol. Esto disminuye el riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares.
- Las frutas y las verduras frescas, junto con las legumbres y los cereales integrales, suministran una adecuada cantidad de fibra, lo que evita el estreñimiento.



El aceite de oliva y el pescado son la principal fuente de lípidos.



Las frutas y las verduras frescas forman parte de la dieta mediterránea.



En la dieta mediterránea predominan los alimentos obtenidos de los cultivos tradicionales, como el trigo.

### ACTIVIDADES

1. ¿Cuáles son las ventajas para la salud que brinda la dieta mediterránea?
2. Investiguen sobre diferentes dietas que se hacen en la actualidad que por su composición son desequilibradas.



Un régimen que no incluya los nutrientes que necesita el organismo es perjudicial para la salud.

## DIETAS DESEQUILIBRADAS

Las **dietas desequilibradas** son aquellas que no aportan los requerimientos mínimos diarios de energía o eliminan algún tipo de nutriente que el cuerpo necesita para su correcto funcionamiento o que se excede en el aporte de energía y/o nutrientes.

Lamentablemente, hay muchos ejemplos de este tipo de dietas que circulan por Internet y en revistas. Un ejemplo es la dieta de Atkins, que debe su nombre a un médico estadounidense, Robert C. Atkins, quien, a comienzos de la década de 1970, publicó un libro en donde se proponía un régimen de alimentación con bajo contenido en glúcidos y alto en proteínas y grasas. El principio de la dieta consiste en inducir al organismo a utilizar las grasas como fuente principal de energía en vez de utilizar los glúcidos; por eso, es rica en grasas y pobre en glúcidos. Una vez consumidas las grasas de los alimentos, el organismo pasaría a consumir sus propios depósitos de grasa. El problema es que esta dieta, sostenida en el tiempo, aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes, problemas hepáticos y renales, a la vez que puede producir una deficiencia nutricional.

Otro ejemplo son las dietas disociadas, que sin fundamento científico extienden la creencia de que no se pueden mezclar proteínas y lípidos con glúcidos. Esta premisa tiene un grave error conceptual: los alimentos no son proteínas, lípidos y glúcidos, sino que todos los alimentos tienen todos los nutrientes mezclados, a pesar de que pueden ser más ricos en uno u otro. Por ejemplo, las legumbres son alimentos muy equilibrados que contienen glúcidos y proteínas a la vez (además de sales y vitaminas). Las reglas de esta dieta tienden a disminuir demasiado el nivel de calorías de cada comida, haciendo que sea inviable de mantener a largo plazo. Como regla general, no se debe seguir un régimen que no considere los nutrientes que necesita el organismo. Si bien puede servir para bajar de peso, no puede mantenerse en el tiempo porque perjudican la salud.

## EL DESAYUNO Y LA INGESTA DE VARIAS COMIDAS AL DÍA

El desayuno es una comida muy importante porque es lo primero que ingerimos después de varias horas de no haber comido; por eso, debe ser abundante y variado. Debe incluir lácteos, cereales y, en lo posible, una fruta. Los lácteos se pueden incorporar con queso o leche; los cereales, con panes. Las colaciones son ingestas de alimentos entre las comidas (desayuno, almuerzo, merienda y cena). Son convenientes porque nos permiten llegar con el apetito justo a cada una de ellas, y así evitamos comer más de lo que el cuerpo necesita. Para las comidas y las colaciones es importante tener horarios, así como comer despacio. Además, son momentos para compartir con la familia.

### ACTIVIDADES

1. ¿Qué características debe tener una dieta equilibrada? ¿Cuáles son las ventajas para la salud de este tipo de dieta?
2. Investiguen distintas dietas que se hacen en la actualidad y que por su composición resultan desaconsejables.



El desayuno debe incluir alimentos que contengan todos los grupos de nutrientes.

## UNA DIETA ADECUADA A CADA NECESIDAD

Ingerir alimentos de los grupos representados en el óvalo nutricional asegura un aporte variado de nutrientes. La cantidad de cada uno debe asegurar el aporte de energía necesario para realizar las actividades del organismo y su mantenimiento.

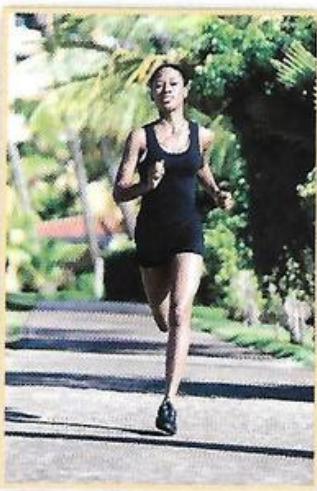
## LOS TIPOS DE ENERGÍA QUE UTILIZAMOS

Nuestro cuerpo necesita energía para su funcionamiento, pero no cualquier tipo de energía. Por ejemplo, no puede utilizar la energía eléctrica o la energía térmica. La energía útil para los seres vivos es la que contienen los nutrientes de los alimentos. Esta energía se denomina **energía química**. Como estudiaron en el capítulo 3, la respiración celular es un proceso que ocurre en las mitocondrias. Allí, la energía de los nutrientes se transforma en tres formas de energía:

- **Mecánica**: para la contracción muscular. Provoca el movimiento del esqueleto, los latidos del corazón y la ventilación pulmonar.
- **Química**: para elaborar nuevas moléculas que permiten mantener los tejidos y reparar partes dañadas. La síntesis o elaboración de materia propia requiere de la energía que queda almacenada en los compuestos que se fabrican, tanto los que constituyen las estructuras celulares como los que se almacenan como reserva.
- **Térmica o calórica**: para mantener la temperatura corporal entre 36 °C y 37 °C, independientemente de la temperatura ambiental.

	Energía (kJ)	Energía (kcal)
Proteínas (1 g)	17	4
Glúcidos (1 g)	17	4
Lípidos (1 g)	38	9

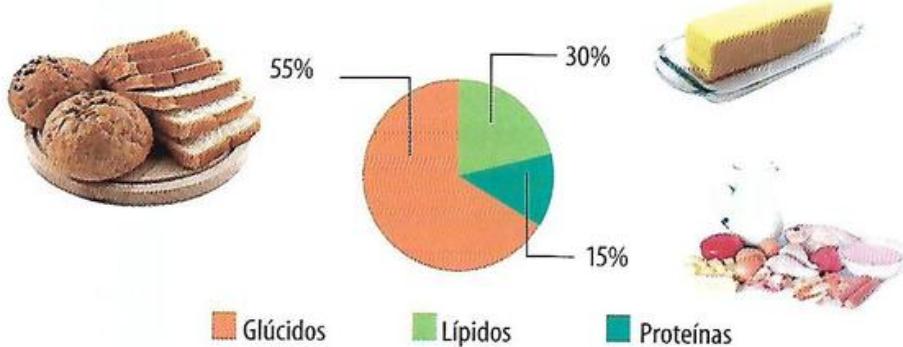
Unidades utilizadas para cuantificar la energía que contienen los alimentos  
1 kilocaloría (kcal) equivale a 4,2 kiliowatios (kJ).



Una dieta saludable también debe incluir ejercicio físico.

## ENERGÍA APORTADA POR LOS NUTRIENTES

La respiración celular libera la energía química que contienen los nutrientes. Cada tipo de nutriente orgánico aporta al organismo una cantidad determinada de energía útil. En promedio, un gramo de grasa libera 38 kiliowatios útiles para el organismo. Un gramo de proteínas o un gramo de glúcidos aporta 17 kiliowatios. Cada alimento tiene una proporción característica de glúcidos, lípidos, proteínas, agua y minerales; por lo tanto, proporcionan al organismo una cantidad de energía. En una dieta equilibrada, los glúcidos aportan el 55% de la energía; los lípidos, el 30%; y las proteínas, el 15% restante.



Otra característica importante a la hora de decidir qué comer tiene que ver con la densidad calórica: alimentos de alta densidad calórica permiten que ingrese al cuerpo una gran cantidad de calorías en una cantidad pequeña y viceversa: alimentos de baja densidad calórica requieren de grandes cantidades para alcanzar los requerimientos mínimos.



Las necesidades energéticas dependen mucho de la actividad. También, varían según la edad, el sexo y la temperatura ambiente.

## ACTIVIDADES

1. ¿En qué utiliza el organismo la energía química de los nutrientes?
2. ¿Les parece que las demandas energéticas son iguales en invierno y en verano?
3. Utilicen la fórmula de la FAO para calcular su metabolismo basal. ¿Qué podría afectar el metabolismo calculado?

## ¿CUÁNTA ENERGÍA NECESITAMOS?

Aunque estemos quietos, incluso dormidos, necesitamos energía. Las necesidades energéticas de una persona cuando está en completo reposo, en ayuno durante 12 horas y sin estar expuesta al frío ni al calor excesivo, se conoce como **metabolismo basal**.

El metabolismo basal se calcula en kcal/día y depende del sexo, la altura y el peso, entre otros factores. La FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*) propone el siguiente cálculo para estimar el metabolismo basal para las edades comprendidas entre los 10 y 18 años:

- **Mujeres:**  $7,4 \times \text{peso en kilogramos} + 428 \times \text{altura en metros} + 572$
- **Hombres:**  $16,6 \times \text{peso en kilogramos} + 77 \times \text{altura en metros} + 572$

Sin embargo, en condiciones de actividad normal, los requerimientos energéticos varían extraordinariamente. Los tres factores que más influyen sobre el gasto de energía del organismo son la actividad física, la temperatura ambiental y la actividad celular.

## UNA DIETA ENERGÉTICAMENTE EQUILIBRADA

Una dieta equilibrada es la que aporta todos los tipos de nutrientes y en las cantidades adecuadas para mantener nuestro organismo en buen estado y asegurar un crecimiento y desarrollo adecuados. Esto solo es posible si la dieta satisface las necesidades energéticas del organismo.

Si los alimentos que ingerimos nos proporcionan más energía de la que necesitamos, se almacenan en forma de grasa y engordamos. Si obtenemos de los nutrientes menos de la energía que necesitamos, perdemos peso. En ambos casos, se pueden desencadenar diversas enfermedades.

## HAMBRE, APETITO Y SACIEDAD

Cuando tenemos ganas de comer una golosina o tenemos un antojo, muchas veces pensamos que tenemos hambre. ¿El deseo de comer un helado de chocolate es "hambre"? El **hambre** es la necesidad fisiológica de alimentos. Numerosas señales fisiológicas nos dicen cuándo tenemos hambre; por ejemplo, el estómago vacío o ruidoso, una disminución de los niveles de glucosa en la sangre y alteraciones en las hormonas.

Cuando tenemos ganas de algo puntual, en realidad, no estamos hablando de hambre sino de apetito. El **apetito** es el deseo psicológico de comer y está asociado a experiencias sensoriales o aspectos de la comida, como la vista y el olor de la comida, señales emocionales, situaciones sociales y convenciones culturales.

El hambre responde a señales fisiológicas de nuestro cuerpo, mientras que el apetito es más un reflejo de las experiencias del acto de comer.

Ambos, hambre y apetito, determinan qué, cuándo y por qué comemos.

Por otra parte, luego de comer, ya sea por hambre o por apetito, sentimos la sensación de "panza llena". Esta sensación corresponde a la saciedad, viene después de comer y es influída tanto por la cantidad como por las características inherentes a los alimentos ingeridos. Los parámetros que nos permiten sentir saciedad son la sensación de distensión estomacal, la elevación de los niveles de glucosa en sangre y alteración en las hormonas circulantes.

## DESÓRDENES DE LA ALIMENTACIÓN

Ingerir los nutrientes adecuados y en las cantidades que permitan mantener una dieta equilibrada y nuestro peso dentro de los parámetros esperados es fundamental para poseer un buen estado de salud, tanto presente como futuro. La **malnutrición** hace referencia a una nutrición inadecuada, debido tanto a una alimentación deficiente como a un consumo excesivo de alimentos.



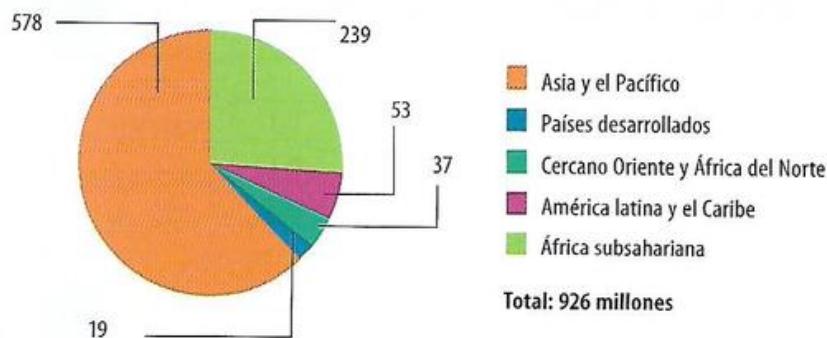
## ENFERMEDADES CARENCIALES

La **desnutrición** se produce cuando la cantidad de alimentos que se consumen no es suficiente para satisfacer las necesidades energéticas del organismo.

El organismo compensa esta demanda consumiendo las propias moléculas: en primer lugar, se consumen los depósitos de glúcidos; después, los depósitos de lípidos; y en último lugar, los depósitos de proteínas. En los estratos de mayores recursos económicos, no es frecuente la falta de comida, pero eso no significa que la alimentación aporte los nutrientes necesarios. Las dietas que no son variadas pueden acarrear la falta de algunos nutrientes, lo que constituye una forma particular de desnutrición, y pueden provocar enfermedades carenciales; por ejemplo, el escorbuto es una enfermedad que se produce por la falta de vitamina C.

La desnutrición infantil es un grave problema para toda la humanidad.

## LA DESNUTRICIÓN MUNDIAL EN CIFRAS



Desnutrición en 2010 por región en millones de personas.

Fuente FAO: e-sm.com.ar/hambre\_cronica

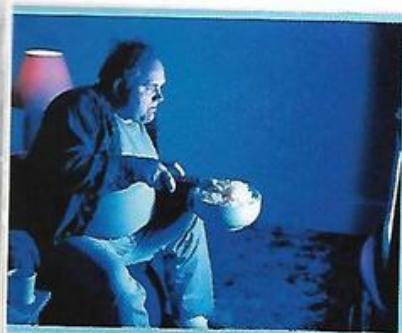


El tratamiento para el escorbuto consiste en administrar 100 mg de tres a cinco veces al día de vitamina C hasta que se hayan administrado 4 g, siguiendo después con 100 mg/día.

## ANOREXIA Y BULIMIA

La **anorexia nerviosa** es una enfermedad que se caracteriza por el miedo intenso a ganar peso y por la percepción de una imagen distorsionada del propio cuerpo. Se presenta habitualmente en adolescentes, especialmente en las mujeres. Esta forma especial de desnutrición conduce a un grave deterioro físico y fisiológico, seguido de un adelgazamiento como consecuencia de una dieta estricta acompañada, muchas veces, de exceso de ejercicio. Entre un 10% y un 15% de las personas con anorexia muere por desnutrición.

La **bulimia** es una enfermedad que consiste en la ingesta de grandes cantidades de alimentos que se trata de eliminar rápidamente provocando el vómito para evitar engordar o tomando laxantes en grandes cantidades. Suele estar acompañada de un gran sentimiento de culpa luego de una ingesta.



El sedentarismo favorece la obesidad.

Edad	Mujer	Hombre
Adolescente	2380	2980
Adulto	1970	2570
Anciano	1380	1380

Necesidades energéticas en función del sexo y la edad (kcal/día). Los consumos mayores o menores perjudican la salud.

## OBESIDAD

En el mundo actual de la abundancia, en el que se invita permanentemente al sedentarismo, la obesidad es un grave riesgo para la salud.

La obesidad es una enfermedad en la que la persona tiene un exceso de grasa corporal producida por la ingesta excesiva de alimentos energéticos. También, está asociada con un estilo de vida sedentario. A su vez, está relacionada con las principales enfermedades crónicas de nuestro tiempo, como la diabetes, los problemas cardiovaseculares y algunos tipos de cáncer. El sobrepeso y la obesidad se diagnostican utilizando el índice de masa corporal (IMC), que se calcula de la siguiente manera:

$$\text{IMC} = \text{peso corporal (kg)}/\text{talla al cuadrado (m}^2)$$

Se considera que una persona cuyo IMC es superior a  $25 \text{ kg/m}^2$  tiene sobrepeso y si es superior a  $30 \text{ kg/m}^2$  tiene obesidad. El riesgo de una persona obesa de sufrir un accidente cerebrovascular aumenta si el exceso de grasa está concentrado en la zona de la cintura y del vientre. Esto se llama **obesidad visceral** e indica un exceso de grasa dentro y alrededor de los órganos internos. En estos casos, el perímetro de la cintura es igual o superior a los 102 cm en los hombres y 88 cm en las mujeres. En la tabla, se muestran las características de la población argentina, según el IMC.

Género	Bajo peso	Normal	Sobrepeso	Total	OBESIDAD			Total
					Clase 1	Clase 2	Clase 3	
Total	2,9	47,5	34,8	14,8	11,3	2,7	0,8	100
Mujeres	82,4	58,2	40,3	48,4	45,1	57,3	65,9	51,2
Hombres	17,6	41,8	59,7	51,6	54,9	42,7	34,1	48,8
Grupos etarios								
18 a 25	41,9	26,6	9,2	4,6	4,3	6,2	4,2	17,9
25 a 34	26,1	23,5	18,6	14,7	15,9	10,9	10	20,5
35 a 49	16,7	24,5	28,1	30,6	30,0	32,9	31,7	26,4
50 a 64	8,9	14,6	25,5	32,7	32,8	33,5	43,2	20,9
65 y más	6,4	10,7	18,5	17,3	18,0	16,5	10,9	14,3

VALORES

AYUDAR Y COMPARTIR

La FAO, organización que realiza campañas en todo el mundo de concientización sobre la importancia de una buena alimentación, celebra los 16 de octubre el Día Mundial de la alimentación. Además, busca concientizar sobre los desechos de alimentos. En nuestro país, se tiran por día alrededor de 250 toneladas de alimentos, esta cantidad representa 550.000 raciones de comida. Un ejemplo exitoso que disminuye la brecha entre desperdicio de alimento

y personas sin alimentos es la Red Argentina de Bancos de Alimentos, que en 2012 distribuyó 7100 toneladas de alimentos entre 1570 comedores, centros de apoyo escolar y comunitarios.

Alimentarnos es algo tan cotidiano que lo hacemos sin tener conciencia. Lo que comemos impacta sobre la salud física y emocional, por eso la dieta debe ser balanceada. Lo que no comemos puede ser donado para ayudar a quienes sufren enfermedades carenciales.

## LOS ALIMENTOS TRANSGÉNICOS

Un organismo transgénico es aquel que ha sido modificado genéticamente mediante ingeniería genética o aquellos alimentos modificados por selección artificial. Desde que los seres humanos comenzaron actividades de agricultura y ganadería han seleccionado variedades de plantas o animales con características que resultaban beneficiosas, como presencia de frutos carnosos y resistencia a condiciones climáticas adversas, entre otros. Al provocar de manera artificial diferentes cruzamientos entre organismos de la misma especie con las características buscadas se obtienen, a lo largo de sucesivas generaciones, organismos con características que antes no tenían. De esta manera, las plantas tienen en su material genético nueva información. En la actualidad, las nuevas características en plantas se obtienen por medio de técnicas de ingeniería genética.

Un alimento transgénico es el que proviene de organismos transgénicos o productos derivados de ellos. Veamos un ejemplo: la papa es el cuarto cultivo en el nivel mundial, después del trigo, el arroz y el maíz. A veces, los cultivos de papa son atacados por un parásito, el escarabajo de la papa, que ocasiona graves daños en las cosechas. Uno de los tratamientos contra esta plaga consiste en un preparado a base de una bacteria, *Bacillus thuringiensis*, que produce un veneno inofensivo para el ser humano, pero que mata a los escarabajos. Actualmente, existen variedades transgénicas de papa a las que se les ha introducido la información genética de la bacteria productora de veneno a través de técnicas de ingeniería genética. De esta manera, si el escarabajo se alimenta de ellas, se intoxica y muere.

### ¿A FAVOR O EN CONTRA?

En la actualidad, existe un debate entre defensores y detractores de los alimentos transgénicos.

- Los **defensores** del cultivo de plantas y la cría de animales transgénicos argumentan que la productividad aumentará, ya que pueden introducirse genes que impiden el ataque de plagas o confieren una mayor resistencia a la sequía o al frío. También, se pueden modificar organismos de modo que fabriquen sustancias que se utilizan en el tratamiento de enfermedades humanas, como el caso de la insulina para las personas diabéticas, que se fabrica a partir de bacterias modificadas.
- Los **detractores** resaltan los riesgos para la salud por la posible aparición de nuevas enfermedades o el desarrollo de alergias; y para el ambiente, ya que los organismos transgénicos invaden el medio natural y compiten con las especies nativas.

Mientras el debate sigue, el derecho a la información es prioritario: si los alimentos transgénicos están en el mercado, los consumidores deben saberlo para poder decidir si los consumen. Desde 2004, la Unión Europea obliga a los Estados miembro a detallar en las etiquetas de los alimentos envasados si contienen organismos transgénicos (etiqueta OGM: organismo genéticamente modificado). También, se debe indicar si hay derivados de estos organismos, como el aceite procedente del maíz transgénico, siempre que supere el 0,9% de la composición del alimento. En la Argentina, si bien el proyecto de ley fue presentado para establecer una legislación similar, no se ha tratado aún y no hay forma de identificar alimentos provenientes de OGM de los que no lo son.



La planta de papa transgénica, tiene un gen que la hace resistente a una plaga de escarabajos: *Leptinotarsa decemlineata*.

### ACTIVIDADES

1. ¿Qué ventajas y desventajas tiene para el ambiente el cultivo de una planta transgénica resistente a herbicidas?
2. ¿Están de acuerdo en modificar genéticamente un cultivo para volverlo más rico en nutrientes y producir alimentos más nutritivos?

1. ¿Qué implica que una alimentación sea saludable?
2. Hagan una lista, en sus carpetas, de los alimentos en los que pueden encontrarse los siguientes azúcares: **sacarosa • lactosa • fructosa • glucosa • almidón**
3. Señalen si se trata de azúcares simples o complejos.
4. Busquen información acerca de los aminoácidos esenciales y expliquen por qué se dice que es mejor ingerir proteínas de origen animal que de origen vegetal.
5. ¿Cómo se clasifican las vitaminas? Citen algunas enfermedades causadas por la falta de vitaminas.
6. De la siguiente lista, indiquen si se trata de alimentos (simples o compuestos), comidas o nutrientes:  
**puré • papa • leche • tarta de jamón y queso • vitamina C • aceite • maní • caramelo • sopa de arroz • soja • cereales • con leche**
7. Calculen su índice de masa corporal (IMC). Luego comparen y conversen entre ustedes sobre la base de los resultados obtenidos.
  - a) ¿Creen que este índice es suficiente para determinar si una persona tiene un peso normal, bajo peso, sobrepeso u obesidad?
  - b) ¿Qué otros factores podrían influir?
8. ¿Qué significa que un nutriente se encuentra más biodisponible que otro? ¿Para qué puede servir esa información?
9. ¿Qué alimentos se les podría inducir a comer a personas con anorexia en cuanto a la densidad calórica? Den ejemplos.
10. ¿A qué enfermedades está ligada la obesidad? ¿Cómo pueden prevenirse? Para ello, busquen información en Internet acerca de las organizaciones que ofrecen tratamientos para las personas obesas. Luego analicen los tratamientos que proponen.

11. Lean la siguiente información y luego respondan.

Los alimentos enriquecidos o alimentos funcionales son aquellos a los que se les ha añadido durante su proceso de elaboración algún componente que se supone beneficioso para el organismo.

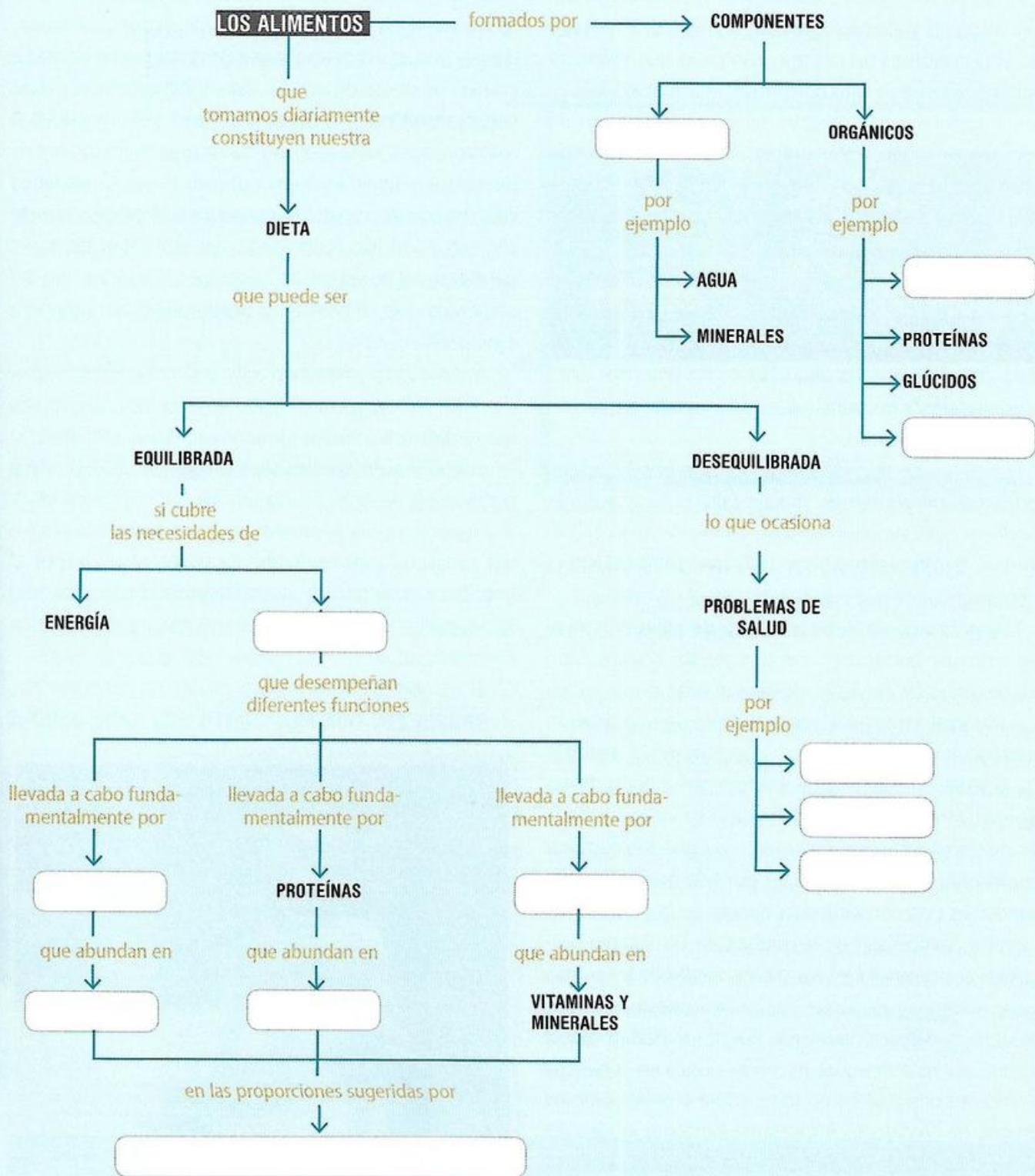


12. Los siguientes datos se obtuvieron al analizar la composición química de un huevo de gallina.
 

	Yema	Clara	Cáscara
Proteínas	17,5%	11,0%	3,0%
Lípidos	32,6%	0,2%	0%
Agua	48,0%	88,0%	1,0%
Minerales	2,0%	0,8%	96,0%

  - a) Calculen el porcentaje de sustancias inorgánicas y orgánicas de cada parte del huevo.
  - b) ¿Qué tipo de sustancia orgánica es la más abundante en la yema? ¿Y en la clara?
  - c) El huevo, ¿es un alimento completo? ¿Por qué?
  - d) ¿Cuáles son las consecuencias de consumir huevos en exceso?
13. Investiguen las diferencias entre las dietas vegetariana, vegana y raw. En el caso de que estén ausentes o en baja cantidad algunos nutrientes, ¿cómo creen que se soluciona esta ausencia?

1. Completen los espacios vacíos del siguiente esquema con los conceptos correspondientes. Teniendo en cuenta lo que estudiaron en el capítulo, ¿cómo ampliarían el esquema?



2. ¿Qué dificultades tuviste al estudiar los temas de este capítulo? ¿Cómo las resolviste?

## EL HAMBRE COMO FENÓMENO HUMANO

Antes de leer, revisen las páginas iniciales de la sección Enfoques y los capítulos 3, 4, 5 y 6. Habrán notado que la nutrición es un proceso complejo que involucra distintos sistemas y que constituye una función básica para la supervivencia no solo del ser humano, sino de todos los seres vivos. Por medio de ella, los nutrientes llegan a cada célula del cuerpo y es allí donde se obtiene la energía necesaria para cumplir con las funciones vitales y los materiales para construir y mantener nuestro cuerpo. La falta de una alimentación adecuada, ya sea en la cantidad que comemos o en la calidad de lo que incorporamos a nuestro organismo, puede afectar profundamente nuestra salud. No resulta entonces difícil de entender por qué el hambre mata a diario a miles de personas en el mundo.

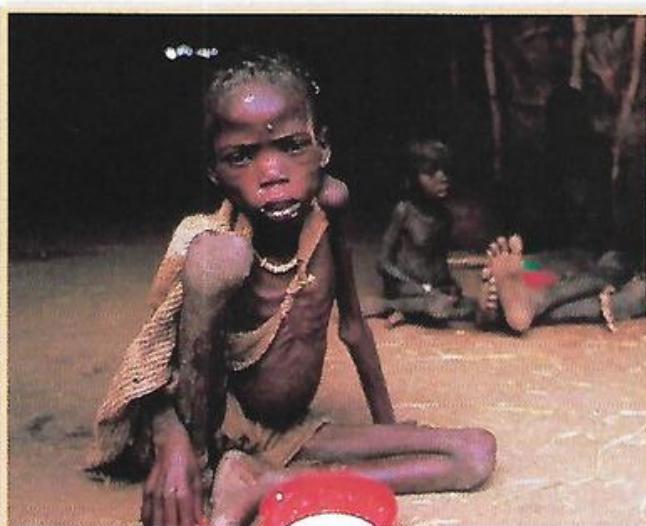
Frente a este tipo de imágenes que nos impactan podríamos preguntarnos: ¿hacen falta nuevos avances científicos para evitar el hambre? La respuesta es NO. El hambre, ¿es un problema con solución? La respuesta es SÍ. Entonces, ¿por qué hay hambre en el mundo?

El hambre no se debe a la falta de alimentos ni al derroche que podemos hacer en nuestros hogares, sino a la distribución desigual de las riquezas en la población mundial. En la actualidad, el 0,14% de la población global acumula el 81,3% de la riqueza mundial, mientras que el 99,86% restante suma únicamente el 18,7% de esa riqueza. Dentro de este último grupo se incluyen millones de personas que simplemente no pueden comprar los alimentos que necesitan. Es por eso que el hambre mundial es una consecuencia directa de la pobreza, de la injusta distribución de la riqueza, de un sistema productivo concentrado en los países desarrollados y muy dispar entre los países que conforman nuestro planeta. Los últimos datos señalan que nuestra sociedad global es cada vez más desigual; más aún, nunca en la historia ha sido tan desigual como lo es ahora y en los últimos tiempos ha crecido. Es importante desterrar la idea de que las diferencias actuales se deben a causas naturales y que se heredan del pasado. Aunque siempre ha habido diferencias, estas se han agrandado de manera especial en los últimos tiempos.

¿Y qué hay de la comida que se desecha? Alrededor de un tercio de la producción de los alimentos destinados al consumo humano se pierde en todo el mundo. La comida es desperdiciada en distintos momentos: desde la cosecha durante la producción agrícola, el almacenamiento, empaquetamiento y transporte, hasta los supermercados y finalmente en nuestras casas. Cantidades enormes de los recursos destinados a la producción de alimentos se utilizan en vano, y las emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la producción de alimentos que se pierden o desperdician también son emisiones en vano.

Aunque no podemos modificar directamente todo el desperdicio, tomar conciencia sobre algunos momentos, puede prevenir y reducir la cantidad de comida que no se utiliza. Si consumimos de manera más consciente y considerada, la industria no tendría que presionar tanto al ambiente ni a la sociedad. Nuestros hábitos alimentarios pueden fundamentalmente contribuir a reducir el impacto ambiental y, de alguna manera, al consumir solo lo necesario, a desacelerar el aumento de precios en los alimentos de acuerdo con la ley de oferta y demanda.

El hambre es entonces un problema con solución. ¿Tendrá el ser humano la voluntad real de acabar con ella?



Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), cada día mueren 100.000 personas a causa del hambre.



## SISTEMATIZACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En este trabajo les proponemos realizar (en grupos de no más de cinco integrantes) un afiche virtual en el que puedan mostrar las ideas principales del Bloque I, teniendo en cuenta los capítulos 1, 2 y 3 y la sección Enfoques que inicia y finaliza el bloque.

### 1. REVISAR, RELEVAR Y ORGANIZAR INFORMACIÓN

Una vez conformado el grupo, lo primero que deben hacer es revisar los contenidos que estudiaron en el Bloque, acordar las ideas que consideran centrales y charlar entre ustedes hasta ponerse de acuerdo en cuáles son los ejes principales que relacionan todos los contenidos a lo largo de estos capítulos.

El objetivo del trabajo es organizar esos contenidos visualmente, del modo que consideren más adecuado para poder integrarlos en un afiche virtual.

Para ello, cada grupo deberá realizar las siguientes tareas, que pueden distribuir entre los integrantes:

- Relevar información complementaria: buscar datos que no se encuentren en el libro y que consideren importantes para hacer el afiche (imágenes, audios de entrevistas a especialistas, videos, etc.).
- Organizar la información: jerarquizar la información que integrará el afiche y organizarla espacialmente.

### 2. CONSTRUIR CON OTROS: ARMADO DEL AFICHE

Una vez que hayan tomado todas las decisiones previas al armado del afiche, deben elegir la herramienta con la que lo realizarán. Hay muchas herramientas gratuitas en línea que son sencillas de usar, como *Murally* o *Glogster*. En la tabla del final de esta página se incluyen las direcciones y tutoriales de ambas herramientas.

*Murally* y *Glogster* permiten la creación de pósters colaborativos. Para utilizarlas es necesario registrarse, dar de alta un proyecto (por ejemplo: Conceptos centrales del Bloque I) y organizar, de manera jerarquizada, aquellos elementos que hayan seleccionado en el paso anterior.



Pantalla de registro de *Murally*.

### 3. COMPARTIR: PRESENTACIÓN DEL AFICHE

Una vez que todos los grupos hayan finalizado, organicen una presentación de todos los pósters y conversen sobre estos puntos:

- ¿Qué decisiones tomó cada uno de los grupos respecto de los contenidos más importantes? ¿Qué diferencias hubo entre ellas y a qué creen que responden?
- ¿Qué maneras diferentes de presentar la información eligió cada grupo para el afiche? ¿Le dieron más importancia a las imágenes o a los textos? ¿Utilizaron audios o videos? En caso afirmativo, ¿creen que la decisión fue acertada? ¿Por qué?

Una vez terminada la producción, recuerden que deberán habilitar el acceso y guardar el link para que todas las personas interesadas puedan acceder al afiche virtual. También pueden compartir el enlace a través de Facebook, de Twitter o de Google+.

Ficha técnica

Herramientas	Sitio	Video tutorial	Utilidad
Murally	e-sm.com.ar/murally	e-sm.com.ar/tutomur	Creación de afiches virtuales
Glogster	e-sm.com.ar/glogster	e-sm.com.ar/tutorial_glogster	





## INICIAR SESIÓN

LOS INDIVIDUOS EMPARENTADOS SE PARECEN MÁS ENTRE SÍ QUE A LOS DEMÁS. EL MATERIAL GENÉTICO DETERMINA O CONDICIONA MUCHAS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE UNA PERSONA Y SE TRANSMITE A LA DESCENDENCIA, GENERACIÓN TRAS GENERACIÓN. DEL MISMO MODO, LA DIVERSIDAD DE ESPECIES Y LA VARIABILIDAD DENTRO DE CADA UNA DE ELLAS ESTÁN DETERMINADAS POR LOS GENES. ESTO PERMITE LA SELECCIÓN NATURAL Y LA EVOLUCIÓN.



## ACTIVIDADES

1. Realicen una lista de las características que tienen en común y otra lista de las características diferentes que presentan las personas de estas fotografías.
2. ¿Cuáles de estas características creen que son heredables?, ¿cuáles piensan que no lo son?
3. ¿Podría la mujer de ojos azules tener padres de ojos marrones? ¿Por qué?
4. Teniendo en cuenta las respuestas que dieron a las preguntas anteriores, analicen los títulos y los temas de los capítulos 9 y 10, la imagen y el copete de esta página. Luego, escriban un breve texto en el que expresen lo que piensan que estudiarán en este bloque.

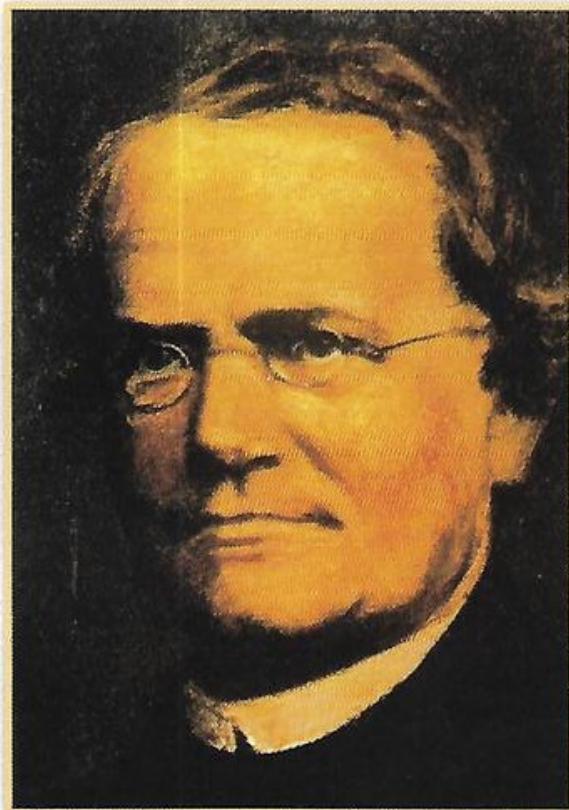
## DE LA HERENCIA CONTINUA A LA HERENCIA DISCRETA

HACIA LA DÉCADA DE 1830 COMENZÓ A PROPONERSE EN LA MEDICINA Y EN LA AGRICULTURA LA IDEA DE QUE HABÍA ALGO QUE SE TRANSFERÍA DE UNA GENERACIÓN A LA SIGUIENTE, ES DECIR, EMPEZÓ A SURGIR EL CONCEPTO DE **HERENCIA BIOLÓGICA**. ESTO IMPULSÓ EL DESARROLLO DE LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN INICIADAS PRINCIPALMENTE POR NATURALISTAS, COMO CHARLES DARWIN Y GREGOR MENDEL, MEDIANTE LAS CUALES SE BUSCABA ENTENDER LAS SIMILITUDES Y DIFERENCIAS ENTRE ANTECESORES Y DESCENDIENTES.

Con la aparición de las teorías evolutivas durante el siglo XIX, se volvió imprescindible abordar el problema de la herencia para explicar cómo se transmiten las características a través de las generaciones. En esa época, la herencia biológica era concebida como un proceso de mezcla de las características de ambos progenitores: tanto la madre como el padre aportaban sus características anatómicas, fisiológicas y comportamentales, que se unían y mezclaban durante la fecundación. Así, se originaba un nuevo ser que continuaba los rasgos de sus padres de manera intermedia. La idea que se tenía era que la mezcla de rasgos maternos y paternos funcionaba como la de dos líquidos de distintos colores: el resultado era otro líquido con un color producto de la combinación de los originales. Esto implicaba que los rasgos novedosos que podían aparecer en los individuos serían “diluidos” o neutralizados tras varias generaciones, por lo que difícilmente habría evolución de ser correcta la teoría de la herencia mezclada. Esta interpretación de la herencia biológica perduró hasta el siglo XIX. Ahora, para referirnos a aspectos de la herencia, usamos términos como *gen* o *genética*, pero aún es posible oír hablar de caballos de “pura sangre” o de una persona “con 50% de sangre italiana y 50% de sangre española”, ideas que reflejan la vieja teoría de la mezcla.

En el año 1865, el monje austriaco Gregor Johann Mendel (1822-1884), tras estudiar el problema de la formación de híbridos en plantas durante unos diez años, publicó sus resultados y una serie de conclusiones, que darían lugar algunas décadas después a un nuevo modelo de la herencia, diferente del de la mezcla. Cuando se habla de híbridos en biología, se hace referencia a aquellos organismos provenientes del cruce de dos progenitores de razas, subespecies o especies distintas que difieren en todas o en algunas de sus características.

Con sus estudios, Mendel logró demostrar que los rasgos de los padres no se heredaban como resultado de un promedio entre ambos aportes sino que para cada característica predominaba el aporte de uno de los progenitores, y el del otro permanecía oculto pero podía reaparecer en generaciones posteriores. La herencia, en lugar de ser continua, era, por el contrario, discontinua: los rasgos podían expresarse o no en cada generación, pero nunca se mezclaban. El trabajo de Mendel recién cobró importancia a comienzos del siglo XX, cuando fue reinterpretado por investigadores que desarrollaron el concepto de *gen* como el asiento físico de la información hereditaria, lo que originó la disciplina llamada *genética*.



Gregor Mendel.

Durante el siglo XX la interpretación de la herencia basada en la genética cobró impulso a partir de valiosos hitos en la investigación relacionada. Por ejemplo, la interpretación de los cromosomas como soporte material de los genes; el desarrollo del mapeo genético mediante la ubicación de los genes en los cromosomas; la aceptación de que los ácidos nucleicos almacenan la información genética; la posibilidad de provocar cambios en la información genética (mutaciones) mediante la acción de agentes mutágenos (radiaciones, sustancias tóxicas, etcétera); el hallazgo de la estructura molecular helicoidal del ADN; la identificación del código genético que permitió comprender la correspondencia entre la secuencia de nucleótidos del ADN con la secuencia de los aminoácidos de las proteínas; el establecimiento del llamado "dogma central de la biología" que manifestaba la unidireccionalidad del flujo informativo desde el ADN, pasando por el ARN, y de este a la proteína, con lo que se descartaba por incorrecta toda interpretación que concibiera la posibilidad de heredar caracteres adquiridos en vida de los padres; los estudios detallados de los procesos bioquímicos de regulación y expresión génica.

Todos esos notables estudios y descubrimientos mencionados afianzaron la interpretación de que por ese camino se logaría desentrañar los misterios de la vida, es decir, a través del conocimiento de fenómenos vitales en la escala físicoquímica. Este es el enfoque de la disciplina llamada *biología molecular* y constituye una interpretación reduccionista, ya que reduce la explicación acerca de la vida a simples fenómenos fisicoquímicos. Actualmente este enfoque es hegemonicó, es decir que domina el pensamiento y la investigación biológica.

### PARA CHARLAR Y DEBATIR

Como puede verse, otras voces se oponen al carácter simplista de las interpretaciones reduccionistas de la biología molecular, que limitan las explicaciones al comportamiento físico y químico de las moléculas, y proponen introducir nuevas dimensiones de análisis para entender los complejos procesos biológicos manifestados a lo largo de la prolongada historia de la vida en nuestro planeta.

En síntesis, la polémica podría plantearse en los siguien-

Autores como Peter Bowler y Iwan Morus afirman que:

*El reduccionismo de la biología molecular representa la fase más poderosa de una tradición que ha existido desde que René Descartes (1596-1650) declaró que los animales son simples máquinas complejas. Solo podemos poner de manifiesto las limitaciones de este enfoque si nos concentraremos en la importancia de los niveles de análisis que no tendría sentido expresar en términos moleculares. Intentar describir en términos moleculares la colonización de un territorio por una especie inmigrante recién llegada sería inútil y significaría perder de vista los verdaderos problemas que deben abordar los ecólogos y evolucionistas.*

Estas palabras alertan sobre el peligro de pretender haber alcanzado una "teoría del todo" y creer que esta puede explicar todos los fenómenos de la vida.



La información genética determina muchas características de una persona, pero no todas; no puede explicar a una persona ni sus elecciones, ya que somos seres libres.

tes términos: ¿la vida puede ser explicada exclusivamente a través del análisis de las reacciones fisicoquímicas de las moléculas biológicas, o debe interpretarse incluyendo otros aspectos y propiedades emergentes de los sistemas biológicos en sus interacciones ecológicas y evolutivas? Tal vez sea necesaria una nueva síntesis en el pensamiento biológico del siglo XXI que contemple la diversidad de enfoques de las investigaciones en este campo. ¿Será ello posible? ¿Por qué?

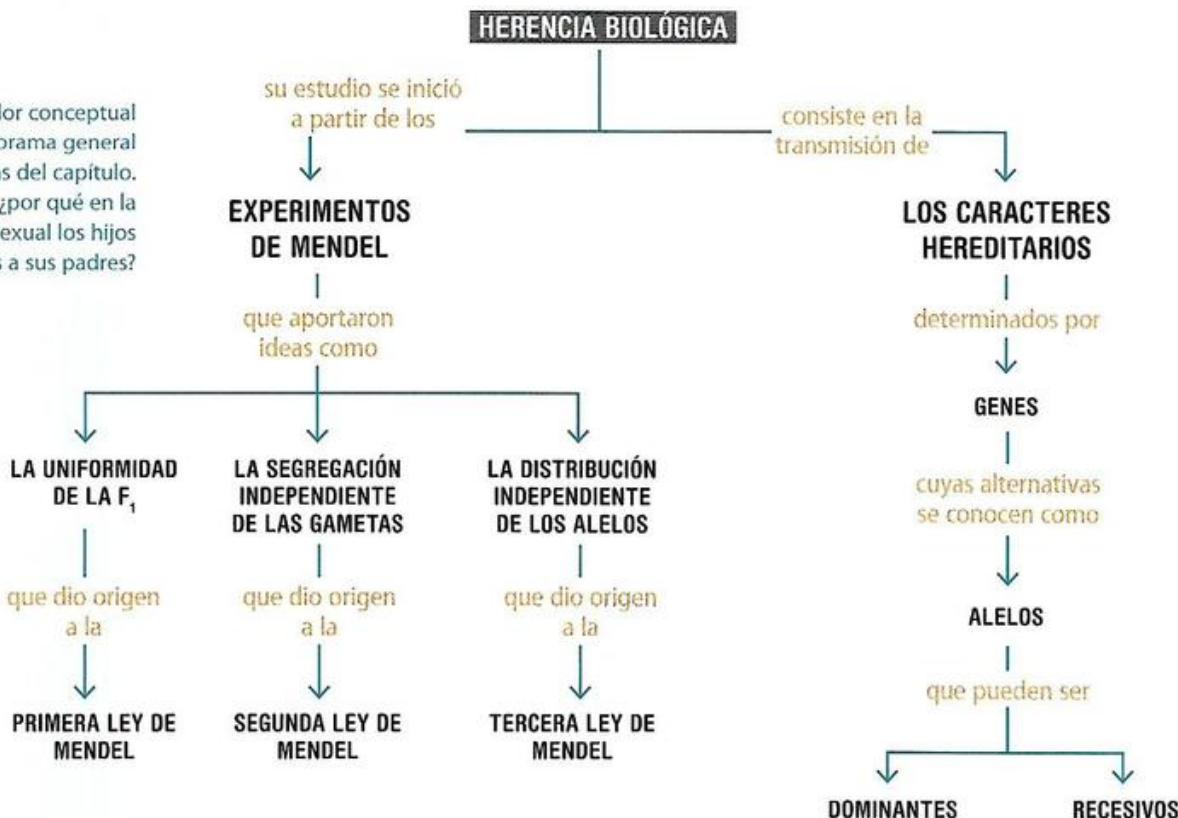
# LAS LEYES QUE RIGEN LA HERENCIA

DESDE TIEMPOS REMOTOS EL SER HUMANO CONOCÍA LA EXISTENCIA DE SIMILITUDES ENTRE LOS PROGENITORES Y SU DESCENDENCIA. HUBO VARIOS INTENTOS FALLIDOS POR EXPLICAR ESTE FENÓMENO, HASTA QUE MENDEL CON SUS EXPERIMENTOS LOGRÓ CONOCER LAS REGLAS QUE RIGEN LA HERENCIA; SIN EMBARGO, SUS TRABAJOS, PUBLICADOS EN 1866, FUERON VALORADOS RECIÉN TREINTA AÑOS DESPUÉS.

## MENDEL DESCUBRE LAS LEYES QUE RIGEN LA HERENCIA

En capítulos anteriores han visto que la teoría evolutiva de Darwin presentaba algunas debilidades, como la falta de una explicación consistente para el origen de la variabilidad genética o para el modo en que los caracteres seleccionados por la naturaleza pasaban a la descendencia. En este capítulo encontrarán las respuestas a los interrogantes anteriores, sabrán cómo los experimentos de Mendel permitieron comprender las leyes que rigen la herencia, cómo se relacionan las características de un organismo con su información genética, de qué manera estas características pasan a su descendencia y de qué modo algunas enfermedades humanas se relacionan con el fenómeno de la herencia.

Este organizador conceptual presenta un panorama general de los temas del capítulo.  
Conversen: ¿por qué en la reproducción sexual los hijos no son idénticos a sus padres?



## LA HERENCIA BIOLÓGICA

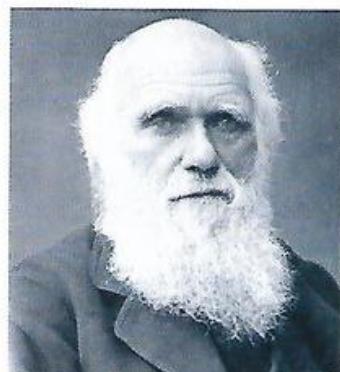
¿Por qué se parecen los progenitores y los descendientes? A continuación se presentan tres de las teorías más importantes que pretendían explicar los mecanismos por los cuales ciertas características se heredan de una generación a otra.



**Pangénesis en la Grecia antigua.** La herencia se debe a la mezcla de fluidos en el momento de la fecundación. El semen masculino se mezcla con el fluido menstrual femenino. A partir de este material, se forman la carne y la sangre de los descendientes.



**Preformismo, siglo XVII.** Marcello Malpighi, padre de la Histología, fue un defensor de este postulado. En el interior de los espermatozoides está contenido un ser humano en miniatura, el "homúnculo", que luego de la fecundación va creciendo.



**Pangénesis según Darwin, siglo XIX.** Las diferentes partes del cuerpo producen "gémulas" o partículas hereditarias que viajan vía sanguínea a las gónadas. Luego de la fecundación, cada gémula da origen a los diferentes tejidos y órganos de un individuo.

Hacia el siglo XIX la explicación más aceptada sobre el mecanismo de la herencia en los seres vivos fue la "herencia por mezcla". Según esta teoría, las características de la descendencia estarían dadas por la combinación entre las gametas. Así como al mezclar dos tintas de diferentes colores surgen variaciones en función de las proporciones de cada tinta, algo similar ocurriría con los rasgos de los organismos. Darwin apoyaba esta teoría, que complementaba sus ideas sobre la panspermia. Pero de haber sido cierta, era esperable observar que los descendientes de animales de pelaje blanco y de pelaje negro resultaran grises, los que a su vez tendrían descendencia gris, ya que una vez mezcladas sus características sería imposible separarlas. Sin embargo, en la práctica esto no es lo que sucede. Si bien las ideas propuestas durante más de 2000 años no fueron suficientes para determinar los mecanismos de la herencia, trajeron un avance importante en el manejo procedural para la reproducción selectiva de individuos con características deseables (flores de un color especial, perros de un tamaño determinado, etcétera).



Algunas razas de perros son un ejemplo de reproducción selectiva entre individuos con determinadas características que se desean conservar, como tamaño, conducta y pelaje.

## MENDEL Y SU TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



Mendel publicó los resultados de sus estudios en una revista poco reconocida, por lo que pasaron inadvertidos.

Gregor Mendel (1822-1884), un sacerdote nacido en la actual República Checa, inició en 1856 sus trabajos sobre cruzamientos con arvejas y trabajó ocho años de su vida para determinar los principios básicos de la herencia; sin embargo, los resultados que obtuvo pasaron completamente inadvertidos en su momento. Recién 35 años más tarde fueron reconocidos y comprendidos. El matemático Richard von Mises señaló que los logros de Mendel en la genética cumplen un papel comparable al de las leyes de Newton en la mecánica. Hoy es considerado el padre de la genética, ya que fue el primero en identificar uno de los tantos mecanismos de herencia que se dan entre progenitores y descendientes. Pero también se destaca su ordenada y meticulosa forma de trabajo, que marcó la diferencia con otros científicos de su época, como Charles Darwin, quien realizó experimentos de reproducción con la planta "boca de dragón" y logró resultados similares a los de Mendel, pero estuvo muy lejos de arribar a sus conclusiones.

### ELECCIÓN DEL MATERIAL

En sus experimentos, Mendel realizó diferentes tipos de cruces con la planta de arveja o guisante (*Pisum sativum*). Para muchos esta elección fue casual, ya que a pesar de reunir las características adecuadas para este tipo de trabajo, eso no era completamente previsible antes de realizar los experimentos. ¿Cuáles son las características que hacen de la planta de arveja un sistema adecuado para su estudio? Esta planta presenta una gran cantidad de atributos fácilmente observables, es decir, externos, que Mendel denominó **caracteres**. Además, seleccionó los más contrastantes y reconocibles, con solo dos variedades o rasgos posibles, y dejó de lado aquellos difíciles de diferenciar. Eligió los siete siguientes:

Possible fenotipo	Carácter	Possible fenotipo
Amarillo	Color de la semilla	Verde
Púrpura	Color de la flor	Blanca
Lisa	Forma de la semilla	Rugosa
Verde	Color de la vaina	Amarilla
Lisa	Aspecto de la vaina	Rugosa
Axial	Posición de la flor	Terminal
Largo	Largo del tallo	Corto

Para saber más acerca de los trabajos de Mendel entren a: [e-sm.com.ar/mendel](http://e-sm.com.ar/mendel)