



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE Y LA SALUD

PROGRAMA DE INGRESO A LA UNCOMA PARA
MAYORES DE 25 AÑOS SIN TÍTULO SECUNDARIO
BIOLOGÍA 2023

Docentes a cargo:

Lic. Hollmann Eugenia

Lic. Ramirez Natalia

UNIDAD 1: Biología - Seres vivos - Organismos - Composición físico-química de los seres vivos - Biomoléculas: ácidos nucleicos, glúcidos, proteínas, lípidos. Célula - Procariota y Eucariota - Célula animal y vegetal - Organización celular - Estructura y Funcionamiento - Niveles de organización interna: Células, Tejidos, Órganos, Aparatos, Sistemas, Organismo.

UNIDAD 2: Ecología - Niveles de organización externa: Individuos, Especie, Poblaciones, Comunidades, Ecosistemas, Biomas – Biosfera – Flujos de materia y energía - Red Trófica – Relación interespecífica, intraespecífica y con el ambiente – Adaptación – Biodiversidad - Clasificación de los seres vivos.

UNIDAD 1

Biología

Biología es la ciencia que estudia la vida y los seres vivos.

Como toda ciencia, se basa en el método científico para comprender los fenómenos biológicos. La biología no es una ciencia independiente, requiere de otras disciplinas, como la física, la química y la matemática.

La palabra *biología* deriva de los términos griegos *bios* (vida) y *logia* (tratado, ciencia). Para poder entender el campo de acción de la biología, se debe definir qué es la vida y qué la caracteriza. Desde el punto de vista de la biología, la vida se caracteriza por tener una **estructuración ordenada**, con capacidad para poder **dividirse y reproducirse**.

El **crecimiento y el desarrollo** de los seres vivos son una consecuencia del **metabolismo**, es decir, de todas las reacciones químicas con las que se aprovechan los nutrientes y se eliminan los desechos. Todo esto implica mecanismos de **regulación** para mantener estables las condiciones internas. Por último, pero no menos importante, todos los seres vivos **reaccionan a estímulos** de su medio ambiente, lo cual ha permitido a lo largo del tiempo su **evolución**.

Los **seres vivos** están compuestos de una o más células. Las células vivas especializadas se organizan en tejidos, los tejidos en órganos y éstos, en **organismos**. Al interactuar unos con otros, los organismos forman parte de un sistema más vasto de organización, las poblaciones. Éstas, a su vez, constituyen las comunidades que forman los ecosistemas. El nivel último de organización es la **biosfera**, que comprende a todos los seres vivos, sus interacciones y las características físicas del ambiente.

Composición física-química de los seres vivos

La vida está hecha de la misma materia prima que el planeta Tierra. También cumple estrictamente las leyes físicas y químicas que rigen todo el mundo natural. Pero a pesar de ello, la proporción de los elementos químicos que componen la vida y el tipo de moléculas son radicalmente distintos que en el mundo inanimado.

Los elementos químicos que forman parte de los organismos vivos son denominados **bioelementos** y **biomoléculas** a las moléculas que constituyen la materia viva.

Bioelementos

Todos los bioelementos son importantes. La diferencia entre ellos, es la cantidad en la que se encuentran.

Los **bioelementos primarios**, son los más abundantes (99 %) en los seres vivos. La mayor parte de las moléculas que componen los seres vivos tienen una base de *carbono (C)*. Este elemento presenta las siguientes propiedades que lo hacen idóneo para formar las moléculas:

- Forma enlaces covalentes, que son estables y acumulan mucha energía.
- Puede formar enlaces, hasta con cuatro elementos distintos, lo que da variabilidad molecular.
- Puede formar enlaces simples, dobles o triples.
- Se puede unir a otros C, formando largas cadenas.
- Los compuestos estables que forma, pueden ser transformados por reacciones químicas.
- Puede formar compuestos gaseosos, unidos al oxígeno.

Estas propiedades derivan de su pequeño radio atómico y a la presencia de 4 electrones en su última capa.

El *hidrógeno (H)*, el *oxígeno (O)* y el *nitrógeno (N)* también son capaces de unirse mediante enlaces covalentes estables. Estos bioelementos forman parte de las cadenas de carbono que componen los seres vivos.

Los **bioelementos secundarios** son aquellos que se encuentran en menor proporción (0,9 %) y en forma iónica en los seres vivos. El *calcio (Ca)* forma parte de los huesos, conchas, caparzones, o como elemento indispensable para la contracción muscular o la formación del tubo polínico. El *sodio (Na)* y el *potasio (K)* son esenciales para la transmisión del impulso nervioso. Junto con el *cloro (Cl)* y el *iodo (I)*, contribuyen al mantenimiento de la cantidad de agua en los seres vivos. El *magnesio (Mg)* forma parte de la estructura de la molécula de la clorofila.

En el caso de K^+ , Na^+ , Cl^- , Ca^{++} , por ser muy solubles se convierten en iones (partículas con carga) que intervienen en procesos tan importantes como:

- los intercambios celulares a través de la membrana celular, creando desequilibrios eléctricos y de concentración (es decir, cantidades distintas de iones a un lado y otro de la membrana, muy importante para que la célula obtenga energía)
- la contracción muscular
- la transmisión del impulso nervioso

Los **oligoelementos** o bioelementos temporales, aparecen en proporciones inferiores al 0,1 %, tanto su ausencia como su exceso puede ser perjudicial para el organismo. Entre los oligoelementos esenciales están el hierro (Fe), el cobre (Cu), el silicio (Si), el manganeso (Mn), cinc (Zn), el cobalto (Co), el flúor (F), el iodo (I), el níquel (Ni), el selenio (Se), molibdeno (Mo) y el cromo (Cr). Estos oligoelementos tienen funciones como:

- Formar parte integral de los centros catalíticos en los que suceden las reacciones necesarias para la vida.
- Participan de la atracción de moléculas de sustrato y su conversión en productos finales específicos.
- Algunos de ellos ceden o aceptan electrones en las reacciones de oxidación-reducción.
- Proporcionan estabilidad y estructura tridimensional a determinadas células.
- Controlan procesos biológicos importantes a través de ciertas acciones, entre ellas la activación hormonal, la unión de moléculas con sus sitios receptores en las membranas celulares y la inducción de la expresión de algunos genes.

The periodic table shows the following elements highlighted:

- Primary Bioelements (Orange):** H, C, N, O, P, S.
- Secondary Bioelements (Blue):** Li, Na, K, Ca, Mg, Al, Si, Fe, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Cs, Ba, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Uut, Fi, Uu, Uu, Uus, Uu.
- Oligoelements (Purple):** Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Cs, Ba, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Uut, Fi, Uu, Uu, Uus, Uu.

Bioelementos primarios, bioelementos secundarios y oligoelementos

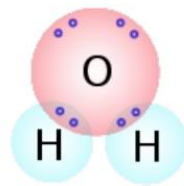
Biomoléculas

Muchas de nuestras moléculas son comunes en la corteza terrestre (el agua, el carbonato cálcico, el CO₂,...) pero otras no tanto, su origen es claramente biológico (una proteína, por ejemplo, no la encontramos en algo que no esté vivo). Por esta razón las llamaremos **biomoléculas inorgánicas** a las primeras y más sencillas, y a las segundas que son más complejas y están construidas sobre un armazón de carbono, **biomoléculas orgánicas**.

Biomoléculas	Inorgánicas	Agua
		Sales minerales
	Orgánicas	Glúcidos
		Lípidos
		Proteínas
		Ácidos nucleicos

Biomoléculas inorgánicas

El **agua** es una molécula compuesta por dos átomos de hidrógeno unidos a uno de oxígeno, H_2O . Esta unión es relativamente fuerte y estable (enlace covalente). Este tipo de enlace implica que el hidrógeno y el oxígeno van a compartir electrones. Pero el oxígeno atrae hacia sí el par de electrones de enlace, por lo que queda con carga negativa, en tanto que los átomos de hidrógeno quedan con carga positiva. Por esta razón la molécula de agua, aunque es neutra, no posee carga, queda con una parte positiva (donde se localizan los átomos de hidrógeno) y otra negativa (donde se encuentra el oxígeno). Decimos que el agua es dipolar.



Así, entre moléculas de agua muy próximas se establece una atracción (entre la parte positiva de una molécula y la negativa de otra) que se conoce como enlace de puente de hidrógeno. Son enlaces muy débiles, pero numerosos, que se forman y se rompen continuamente.

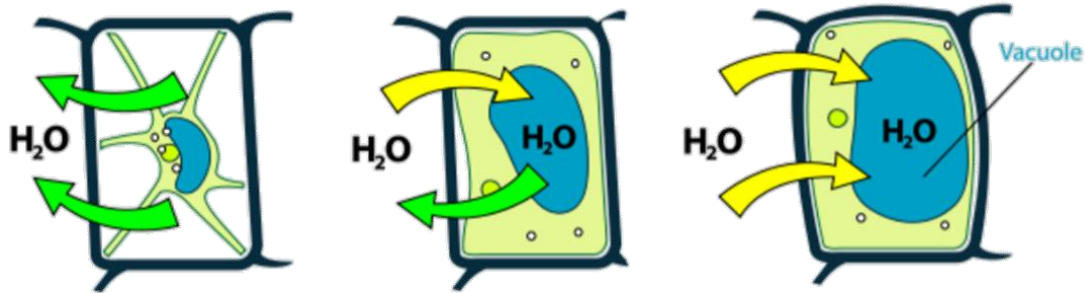
La bipolaridad de la molécula de agua y la existencia de enlaces de puente de hidrógeno, hacen que el agua posea una serie de propiedades físico químicas que le permiten realizar funciones imprescindibles para la vida:

- Elevada fuerza de cohesión
- Elevada fuerza de adhesión
- Elevado calor específico
- Elevado calor de vaporización
- Gran poder disolvente
- Bajo grado de ionización
- Menor densidad en estado sólido

Las **sales minerales** las podemos encontrar en los seres vivos *disueltas* o en *estado sólido* o formando parte de *otras moléculas orgánicas*.

Las sales minerales disueltas, están disueltas porque son solubles en agua y se encuentran disociadas en sus iones. Estas sales cumplen las siguientes funciones:

- Regulan el paso de agua dentro y fuera de la célula
- Controlan el volumen a través de la membrana biológica que separa dos compartimientos con distintas concentraciones de sales.



Poca concentración Igual concentración Mucha concentración

<p>Si hay menos sales dentro de la célula que afuera (poca concentración), sale agua de la célula.</p>	<p>Si la cantidad de sales dentro y fuera es la misma (igual concentración), entra y sale la misma cantidad de agua.</p>	<p>Si la cantidad de sales dentro de la célula es mayor que fuera (muchísima concentración), entra mucha agua a la célula.</p>
--	--	--

- Regulan el paso de iones (Ca, Mg y Na) hacia la célula
- Controlan los cambios en la concentración de H_2O^+ , manteniendo el pH

Las sales minerales de precipitación, son las que constituyen las estructuras sólidas de protección y sostén.

Sales como silicatos y carbonato cálcico en los caparzones de diversos tipos de animales, fosfato de calcio, en nuestros huesos y dientes.

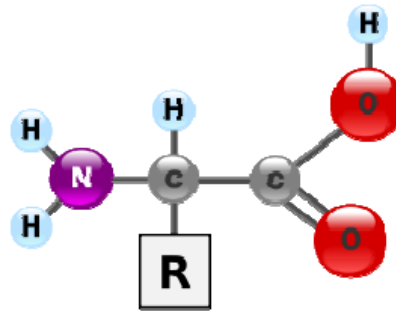
Los iones de ciertas sales minerales pueden asociarse a moléculas orgánicas, permitiendo realizar funciones que, por sí solos no podrían, y que tampoco realizaría la molécula a la que se asocia, si no tuviera el ión. Ejemplo, la hemoglobina es capaz de transportar oxígeno por la sangre porque está unida a un ión Fe^{2+} . Los citocromos (proteínas muy importantes para obtener energía) actúan como transportadores de electrones porque poseen un ión Fe^{3+} . Ambas moléculas tienen el mismo grupo "hemo" con un hierro en el centro, capaz de combinarse con el oxígeno.

Biomoléculas orgánicas

Proteínas

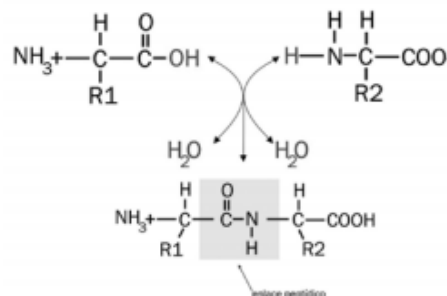
Son sustancias complejas (macromoléculas) formadas por los elementos: C, H, O, N, y en algunos casos fósforo, azufre, hierro o zinc. Son de alto peso molecular, están compuestas por cadenas de *aminoácidos*.

Cada aminoácido está compuesto por un carbono central unido a un grupo amino ($-NH_2$), un grupo carboxilo ($-COOH$), un átomo de hidrógeno y un grupo variable o resto (simbolizado por la letra R):



Los aminoácidos difieren entre sí por la naturaleza de sus grupos R, conformando así una lista de 22 aminoácidos que se combinan para formar a todas las proteínas presentes en los seres vivos. Nuestro cuerpo utiliza solo 20 y puede sintetizar 10 de estos, a partir de hidratos de carbono y lípidos, para satisfacer las necesidades de nuestro organismo, por lo que los diez restantes es necesario ingerirlos y por ello reciben el nombre de aminoácidos esenciales constituyéndose en componentes indispensables de la dieta diaria de un ser humano.

Los aminoácidos se enlazan unos con otros para formar proteínas a través de un enlace peptídico, que se obtienen de la reacción de condensación entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino de otro.



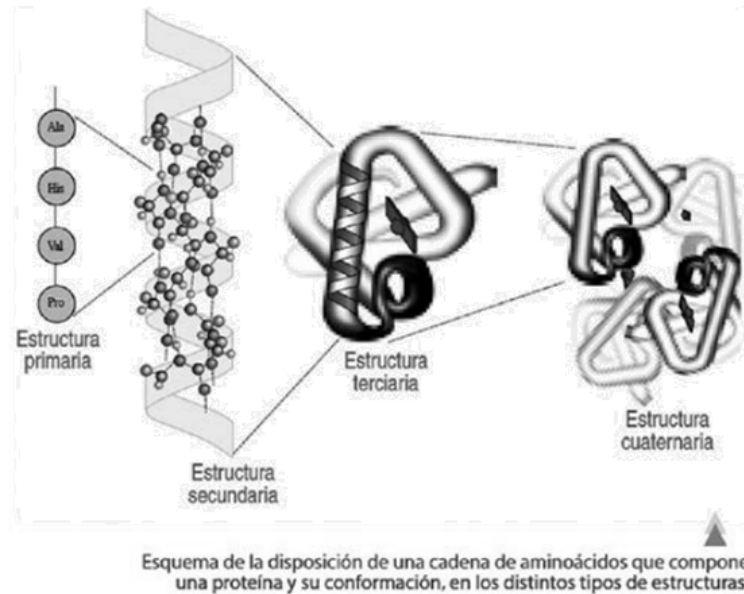
Las proteínas cumplen variadas funciones en los seres vivos:

- Son compuestos estructurales: dan forma, volumen y sostén a células, tejidos y órganos. Ejemplos de estas son el *colágeno* (presente en el tejido conjuntivo de piel y huesos), la *elastina* (presente en la piel, las arterias, los ligamentos), la *queratina* (presente en la piel, el pelo, las uñas, las plumas, los cuernos).
- Cumplen funciones de transporte: las proteínas presentes en las membranas celulares tienen como función facilitar el ingreso o la salida de diferentes iones y sustancias; la hemoglobina presente en los glóbulos rojos transporta el oxígeno desde los órganos respiratorios hasta las células.

- Participan en la inmunidad: los anticuerpos son glucoproteínas específicas que defienden al organismo de agentes externos, como los virus y las bacterias, que a su vez poseen antígenos, proteínas presentes en el virus o la bacteria que funciona como "identificador".
- Participan en el movimiento: la contracción muscular es posible debido a la acción de las proteínas actina y miosina.
- Aceleran reacciones químicas: las enzimas son proteínas que actúan como catalizadores, esto es, aceleran las diferentes reacciones químicas que ocurren en la célula y el organismo, tales como la digestión, la síntesis de sustancias, la producción de energía y la conversión de sustancias, por ejemplo.
- Participan en la coagulación: varias proteínas, como el fibrinógeno o la protrombina, forman parte del complejo proceso de coagulación de la sangre.
- Regulación de procesos: muchas hormonas, como la insulina, la hormona del crecimiento o la oxitocina (la "hormona del parto"), son de naturaleza proteica.
- Recepción de señales: en las células se encuentran numerosas proteínas denominadas receptores que son capaces de captar mensajes químicos, como los emitidos por las hormonas y los neurotransmisores.

Las proteínas se organizan en cuatro niveles estructurales

- Estructura primaria: consiste en la secuencia lineal de aminoácidos en la cadena y se halla estabilizada por el enlace peptídico entre los aminoácidos. La primaria es la única estructura que se encuentra codificada en los genes, y de ella derivan los restantes niveles estructurales. Es decir, cada tipo de molécula proteica posee una composición química específica, una secuencia ordenada y única de aminoácidos de un determinado peso molecular.
- Estructura secundaria: la cadena de aminoácidos se dobla o pliega adquiriendo una forma de lámina plegada o de hélice. El único enlace presente que estabiliza este nivel estructural es el puente de hidrógeno, un enlace débil que se establece entre los componentes del enlace peptídico, CO y NH. Este enlace es susceptible de ruptura por cambios en la temperatura, el pH, la agitación mecánica y la concentración de sales.
- Estructura terciaria: la proteína adquiere una forma tridimensional.
- Estructura cuaternaria: Es la disposición espacial que presentan dos o más cadenas polipeptídicas individuales, para constituir una proteína de mayor jerarquía en cuanto a su organización. Un ejemplo clásico de una proteína con esta estructura es la hemoglobina.



Las proteínas pueden clasificarse según:

a) Conformación nativa en:

- **Fibrosas:** presentan estructura secundaria y se hallan dispuestas, las fibras, a lo largo de un eje. Son insolubles en agua, presentan gran resistencia física por lo que se hallan asociadas a acciones mecánicas, de contracción, tracción o esfuerzo, etc. Ejemplo de este tipo son: elastina, queratina, colágeno, etc.
- **Globulares:** constituidas por cadenas plegadas de tal modo que resultan en forma esférica compacta (estructura terciaria). En general son solubles en agua, y tienen un papel muy dinámico en el organismo. Pertenecen a este grupo, por ejemplo: enzimas, algunas hormonas, proteínas transportadoras, etc.

Algunas proteínas comparten propiedades de ambos grupos tal el caso de la miosina o el fibrinógeno que pese a tener una estructura del tipo fibroso son solubles en soluciones salinas.

b) Composición química:

- **Simples:** cuando su hidrólisis solo produce aminoácidos. Ejemplo: insulina
- **Compuestas:** cuando como producto de su hidrólisis además de aminoácidos se obtienen compuestos orgánicos o inorgánicos. Ejemplo hemoglobina.

Glúcidos

Moléculas conformadas por C, H y O. Muchas de ellas son solubles en agua y se los llama azúcares porque algunos tienen sabor dulce.

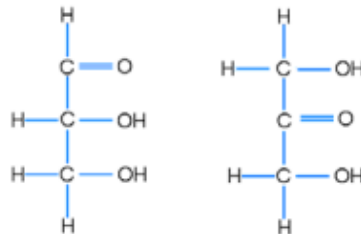
Tienen diversas funciones en el organismo, pero se destacan por ser:

- Combustible metabólico (1g de glúcidos produce 4 kilocalorías)
- Precursores en la biosíntesis de ácidos grasos y algunos aminoácidos
- Constituyentes de moléculas complejas importantes: glucolípidos, glicoproteínas, nucleótidos y ácidos nucleicos.

Según el grado de complejidad, se clasifican en:

- a. Monosacáridos o azúcares simples son los glúcidos más sencillos, no se hidrolizan, es decir, no se descomponen en otros compuestos más simples. Poseen de tres a siete átomos de carbono y su fórmula empírica es $(CH_2O)_n$, donde $n \geq 3$. Se nombran haciendo referencia al número de carbonos (3-7), y terminan con el sufijo -osa. El principal monosacárido es la *glucosa*, la principal fuente de energía de las células.

La cadena carbonada de los monosacáridos no está ramificada y todos los átomos de carbono menos uno contiene un grupo alcohol (-OH). El átomo de carbono restante tiene unido un grupo carbonilo (C=O). Si este grupo carbonilo está en el extremo de la cadena se trata de un grupo aldehído (-CHO) y el monosacárido recibe el nombre de aldosa. Si el grupo carbonilo está en cualquier otra posición, se trata de una cetona (-CO-) y el monosacárido recibe el nombre de cetosa.



D-Gliceraldehído
(aldosa)

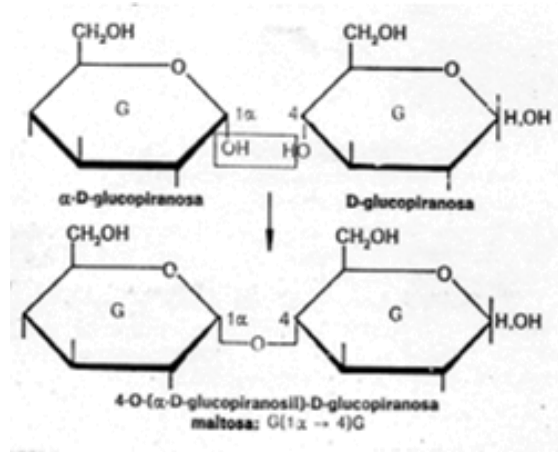
D-Dihidroxiacetona
(cetosa)

Principales Monosacáridos

Nombre	aldosas	cetosas
Triosas (3 carbonos)	• Gliceraldehído	• Dihidroxiacetona
Tetrosas (4 carbonos)	• Eritrosa	• Eritrulosa
Pentosas (5 carbonos)	• Lixosa • Xilosa • Arabinosa • Ribosa	• Ribulosa • Xilulosa
Hexosas (6 carbonos)	• Galactosa • Manosa • Glucosa	• Fructosa
Heptosas (7 carbonos)		• Sedoheptulosa

- b. Disacáridos: son formados por la condensación de dos monosacáridos mediante un enlace glucosídico (con pérdida de una molécula de agua), pues se establece en forma de éter.

La fórmula molecular de los disacáridos es $C_{12}H_{22}O_{11}$.



Los disacáridos más comunes son:

- Sacarosa: formada por la unión de una glucosa y una fructosa. A la sacarosa se le llama también azúcar común. No tiene poder reductor.
- Lactosa: formada por la unión de una glucosa y una galactosa. Es el azúcar de la leche. Tiene poder reductor.
- Maltosa, isomaltosa, trehalosa y celobiosa: formadas todas por la unión de dos glucosas, son diferentes dependiendo de la unión entre las glucosas. Todas ellas tienen poder reductor, salvo la trehalosa.

El carácter reductor se da en un disacárido si uno de los monosacáridos que lo forman tiene su carbono anomérico (o carbonílico) libre, es decir, si este carbono no forma parte del enlace O-glucosídico. Dicho de otra forma, si el enlace glucosídico es monocarbonílico el disacárido resultante será reductor (maltosa, celobiosa, etc.), mientras que si el enlace glucosídico es dicarbonílico el disacárido resultante será no reductor (sacarosa, trehalosa).

- c. Polisacáridos: son biomoléculas formadas por la unión de una gran cantidad de monosacáridos, los cuales se unen repetitivamente mediante enlaces glucosídicos. Estos compuestos llegan a tener un peso molecular muy elevado. Son hidrolizables, pocos solubles o insolubles en agua.

Los polisacáridos más comunes son:

- Celulosa: forma la pared celular de las células vegetales, lo que le confiere protección y cierta rigidez, por lo que su función es estructural, no energética. Es insoluble en agua.

y no tiene sabor dulce. A nivel industrial se la utiliza en la elaboración del papel y en textiles (algodón, lino, etc.)

- Almidón: es otro polímero de la glucosa, y es el principal glúcido de reserva de las plantas, funciona como "almacenamiento de energía" a largo plazo. Las plantas almacenan el almidón en unos organelos llamados amiloplastos, que abundan particularmente en las células de las semillas (como en el caso del maíz, el trigo, el arroz o los porotos), o del tallo (como la papa).
- Glucógeno: principal glúcido de reserva energética (a corto plazo), que se almacena en el hígado o los músculos.
- Quitina: es de función estructural, forma el exoesqueleto de los artrópodos (insectos, arácnidos, crustáceos y otros).

Lípidos

Son un grupo heterogéneo de sustancias orgánicas que tienen en común el ser moléculas no polares, insolubles en el agua, solubles en los solventes orgánicos. Están formados por los elementos C, H, O y en ocasiones F, N y S.

Los lípidos son biomoléculas orgánicas de distribución prácticamente universal en los seres vivos y que desempeñan en ellos numerosas funciones biológicas, como son:

- Constituyen el material fundamental de todas las membranas celulares y subcelulares, en las que aportan la bicapa de fosfolípidos, arreglados con las cabezas polares hacia fuera y las colas no polares hacia dentro.
- Forman la mayor reserva de energía de los organismos, que en el caso del organismo humano normal, son suficientes para mantener el gasto energético diario durante la inanición por un período cercano a los 50 días.
- Las grasas funcionan como aislante térmico muy efectivo para proteger a los organismos del frío ambiental, por lo que los animales de las zonas frías del planeta se protegen con una gruesa capa de grasa bajo la piel y también las grasas sirven de un amortiguador mecánico efectivo, que protege los órganos internos como el corazón y el riñón.
- Funcionan como hormonas de gran relevancia para la fisiología humana, por ejemplo: las hormonas esteroideas, las prostaglandinas y segundos mensajeros hormonales, como el inositol-trifosfato y también como las vitaminas liposolubles A, D, E y K que forman parte de los lípidos asociados.

- Tienen una función nutricional importante y figuran en la dieta tipo aportando alrededor del 30 % de las kilocalorías de la dieta y como fuente de los ácidos grasos indispensables: linoleico, linolénico y araquidónico.

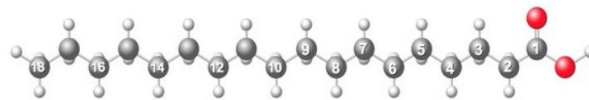
Se pueden clasificar en

a. Simples

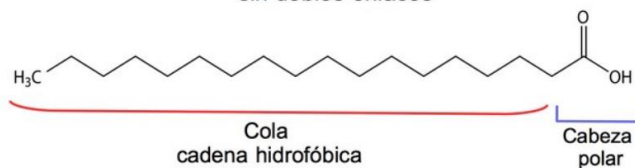
- **Ácidos grasos:** son los lípidos más simples. Se caracterizan por tener una cabeza y una cola. La cabeza tiene un grupo ácido (grupo carboxílico COOH) y es hidrofílica, es decir, tiene afinidad por el agua. En cambio, la cola es una cadena de carbonos unidos entre sí que no, es decir, es hidrofóbica. Cuando una molécula tiene por un lado afinidad por el agua, y, por el otro, repulsión al agua, es **anfipática o anfifílica**. Esta es la característica común de los jabones. El ácido láurico es un ácido graso de 12 carbonos ampliamente usado en detergentes y jabones.

Entre los carbonos de los ácidos grasos pueden existir uniones simples C-C, o uniones dobles C=C. Cuando solo existen uniones simples, estamos en presencia de **ácidos grasos saturados**.

En cambio, cuando un ácido graso posee uniones dobles, estamos hablando de ácidos grasos **monoinsaturados** (un solo doble enlace) o **poliinsaturados** (dos o más dobles enlaces).

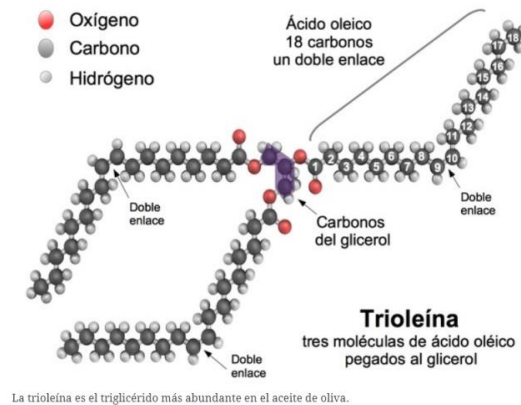


Ácido esteárico = ácido octadecanoico
18 carbonos
sin dobles enlaces



El ácido esteárico es un ácido graso de cadena larga saturado, muy frecuente en animales.

- **Acilglicérols:** resultan de la combinación de tres ácidos grasos con un glicerol. Las grasas y los aceites están compuestos de triglicéridos. La mayor diferencia es su estado de temperatura ambiente: las grasas son sólidas y los aceites son líquidos.



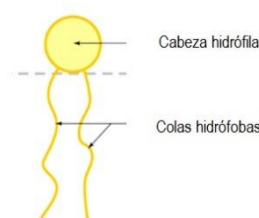
- Ceras: se obtienen por esterificación de un ácido graso con un alcohol monovalente lineal de cadena larga. Son sustancias altamente insolubles en medios acuosos y a temperatura ambiente se presentan sólidas y duras.

b. Compuestos

- Fosfolípidos: son moléculas lipídicas saponificables que componen las membranas celulares. Están compuestos por una molécula de alcohol (glicerol o de esfingosina), a la que se unen dos ácidos grasos y un grupo fosfato.

Los fosfolípidos se dividen en fosfoglicéridos (el alcohol es un glicerol, alcohol de cadena corta) y esfingolípidos (el alcohol wa esfingosina, un alcohol de cadena larga). Los fosfolípidos tienen un marcado carácter anfipático consecuencia de la estructura de la molécula; las largas cadenas alifáticas de los ácidos grasos tienen carácter hidrófobo (repelen el agua) y forman dos largas "colas" apolares, mientras que el grupo fosfato y el alcohol, cargados eléctricamente, son fuertemente hidrófilos (interaccionan con el agua) y constituyen la "cabeza" polar de la molécula. Esto permite que, en un medio acuoso, se autoorganicen formando bicapas, con las cabezas polares en contacto con el agua y las colas hidrófobas "escondidas" y enfrentadas entre sí.

En los organismos vivos, los fosfolípidos, tienen función estructural puesto que son de los principales componentes de las bicapas de las membranas celulares y subcelulares.

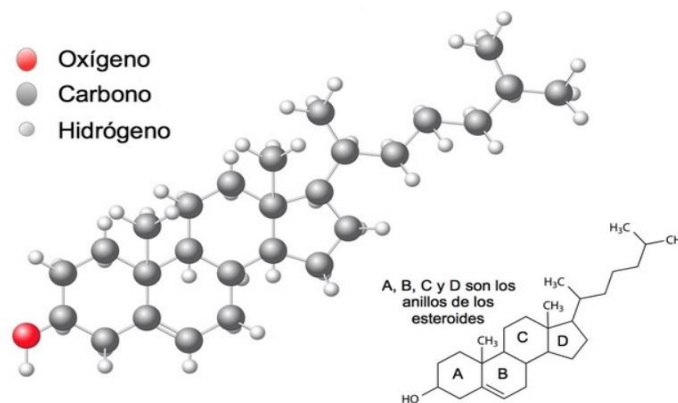


- **Glucolípidos:** están compuestos por una ceramida (esfigonsina y un ácido graso) y un glúcido de cadena corta, carecen de grupo fosfato.

Los glucolípidos forman parte de la bicapa lipídica de la membrana celular, la parte glucídica de la molécula está orientada hacia el exterior de la membrana plasmática y es un componente fundamental del glicocálix, donde actúa el reconocimiento celular y como receptor antigénico. La cabeza de ácido graso de un glucolípidos es hidrofílica y las colas hidrocarbonadas son hidrófobas, lo que hace que, en disolución acuosa, los glucolípidos se comporten de manera similar a los fosfolípidos.

- **Terpenoides:** contienen varias moléculas de isopreno (2-metil-butadieno), un hidrocarburo de 5 átomos de carbono. Este grupo de lípidos son los principales constituyentes de los aceites esenciales de algunas plantas y flores, como el limonero y el naranjo. Son ejemplos de terpenos las vitaminas A y E, pigmentos vegetales como los carotenoides o la clorofila, diversos aromas vegetales o el caucho.
- **Esteroides:** constituidos por moléculas derivadas del ciclopentano perhidrofenantreno o esterano.

Son ejemplos de esteroides el colesterol (componente estructural de las membranas celulares), la vitamina D (que regula la absorción de calcio para la formación de los huesos) y hormonas sexuales (estrógenos, progesterona y testosterona). Colesterol



Diferentes formas de representar la molécula del esteroide colesterol.

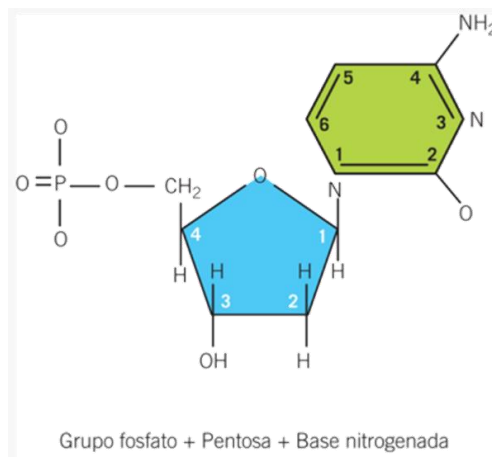
- **Prostaglandinas:** son un conjunto de sustancias de carácter lipídico derivadas de los ácidos grasos de 20 C, que contienen un anillo ciclopentano. Las prostaglandinas afectan y actúan sobre diferentes sistemas del organismo, incluyendo el sistema nervioso, el tejido liso, la sangre y el sistema reproductor, juegan un papel importante en regular diversas funciones como la presión sanguínea, la coagulación de la sangre, la respuesta inflamatoria alérgica y la actividad del aparato digestivo.

Ácidos Nucleicos

Los **ácidos nucleicos** son biomoléculas orgánicas formadas por C, H, O, N y P. son macromoléculas de elevado peso molecular, constituidas por unidades básicas llamadas nucleótidos, unidos mediante enlaces fosfodiéster.

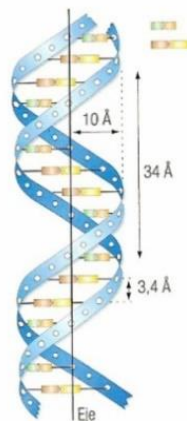
El nucleótido, es una molécula orgánica compuesta por tres componentes:

1. Base nitrogenada: una purina o pirimidina.
2. Pentosa: un ribosa o desoxirribosa según el ácido nucleico.
3. Grupo fosfato: causante de las cargas negativas de los ácidos nucleicos y que le brinda características ácidas.



ADN: es un polinucleótido compuesto por desoxirribonucleótidos de adenina, guanina, citosina y timina. El ADN es bicatenario, está constituido por dos cadenas polinucleótidas unidas entre sí en toda su longitud.

La molécula de ADN almacena y transmite la información genética. Dirige el proceso de síntesis de proteínas. Constituye el material genético y forma los genes, que son las unidades funcionales de los cromosomas.



Propiedades del ADN

- a) Estabilidad: En condiciones normales la molécula de ADN es muy estable. Pero para que se produzca la duplicación es necesaria la separación de las dos cadenas, y lo mismo para la transcripción (formación de ARN mensajero).
- b) Desnaturalización: Si el ADN se somete a temperaturas superiores a los 100 °C se rompen los puentes de hidrógeno que unen las bases, separándose las dos cadenas. Ocurre lo mismo con variaciones de pH. Los enlaces fosfato-pentosa-base no se rompen.
- c) Renaturalización: Si se restablecen las condiciones iniciales, el ADN recupera su estructura.
- d) Hibridación: Si se desnaturaliza una mezcla de ADN de distintas especies, en la renaturalización aparecerán formas híbridas. Esto se llama hibridación del ADN.

ARN: es un polinucleótido compuesto por ribonucleótidos de adenina, guanina, citosina y uracilo. Es el que ejecuta las órdenes contenidas en el ADN, se encarga de sintetizar proteínas.

El ARN es monocatenario, excepto en algunos virus, por lo que presenta estructura primaria. A veces se enrolla en doble hélice, presentando estructura secundaria y otras veces se asocia a proteínas, por lo que tiene estructura terciaria.

- Transcripción: Formación de ARN a partir del ADN.
- Traducción: Formación de proteínas según la información del ARN mensajero.

Existen varios tipos de ARN:

ARN mensajero (ARNm)

Es una molécula corta y lineal de nucleótidos, de vida corta y estructura primaria. Se origina a partir del ARN heterogéneo nuclear, que es complementario de un fragmento de ADN, por lo que contiene su información genética.

El ARNm es el portador de la información genética del ADN.

ARN transferente (ARNt)

Está formado por moléculas pequeñas. Tiene forma de hoja de trébol, con 4 brazos con estructura primaria y secundaria.

Su función es captar aminoácidos específicos en el citoplasma y transportarlos hasta los ribosomas, donde, siguiendo la secuencia dictada por el ARNm, se sintetizan las proteínas.

ARN ribosómico (ARNr)

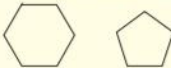
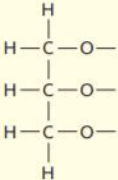
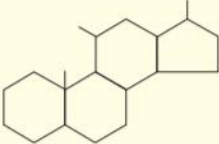
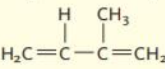
Es el más abundante y se encuentra asociado a proteínas formando los ribosomas. Está formado por un filamento con estructura primaria, secundaria y terciaria.

Su función es formar los ribosomas donde se realizará la síntesis de proteínas.

Diferencias estructurales entre ADN y ARN

	ADN	ARN
Pentosa	Desoxirribosa	Ribosa
Bases nitrogenadas	Sin uracilo	Sin Timina
Longitud de la cadena	Generalmente más largas	Generalmente más cortas
Tipo de molécula	Generalmente cadena doble con bases nitrogenadas enfrentadas $A = T / C \equiv G$	Generalmente cadena simple, aunque puede sufrir plegamientos que hagan que en algún tramo se enfrenten las bases. $A = U / C \equiv G$
Localización en la célula	En el núcleo celular, siendo el componente principal de los cromosomas. En mitocondrias y cloroplastos	En el núcleo, disperso en el nucleoplasma o concentrado en los nucleolos. En el citoplasma, disperso en el citosol o concentrado en los ribosomas.
Estabilidad	Más estable debido al enrollamiento en doble hélice	Menos estable, pues sus moléculas no alcanzan grados de organización tan compactos como la doble hélice.

TABLA 3-3 Clases de compuestos orgánicos biológicamente importantes

Clases y elementos que lo componen	Descripción	Cómo reconocerlos	Función principal en los sistemas vivos
Carbohidratos C, H, O	Cada molécula contiene aproximadamente una proporción de 1:C 2:H 1:O (considerando la pérdida de átomos de oxígeno e hidrógeno cuando se unen las unidades o monómeros de azúcar en los ácidos nucleicos y las glucoproteínas)	Cuente los átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno	Combustible celular; almacenamiento de energía; componente estructural de la pared celular de las plantas; componente de otros compuestos, como los ácidos nucleicos y las glucoproteínas
	1. <i>Monosacáridos</i> (azúcares sencillos). Moléculas principalmente con cinco átomos de carbono (pentosas) como la ribosa, o con seis carbonos (hexosas), como glucosa y fructosa	Busque las formas anulares: 	Fuente de energía celular; constituyentes de otros compuestos
	2. <i>Disacáridos</i> . Dos azúcares unidos por un enlace glucosídico, como la maltosa y la sacarosa	Cuente las unidades de azúcar	Constituyente de otros compuestos; forma de azúcar transportado en plantas
	3. <i>Polisacáridos</i> . Muchas unidades de azúcar vinculadas por enlaces glucosídicos, como glucógeno y celulosa	Cuente las unidades de azúcar	Forma de almacenamiento de energía; componente estructural de la pared celular de las plantas
Lípidos C, H, O (a veces N, P)	Contienen mucho menos oxígeno en relación con el carbono e hidrógeno en los carbohidratos		Almacenamiento de energía; combustible o fuente de energía celular en las células, componentes celulares y aislante térmico
	1. <i>Grasas y aceites</i> . Combinación de glicerol con uno a tres ácidos grasos. El monoacilglicerol contiene un ácido graso; el diacilglicerol contiene dos ácidos grasos; y el triacilglicerol, tres ácidos grasos. Si los ácidos grasos poseen enlaces dobles entre átomos de carbono (C=C), se dice que están insaturados; de lo contrario están saturados	Busque el glicerol en un extremo de la molécula: 	Fuente de energía celular y forma de almacenamiento de energía
	2. <i>Fosfolípidos</i> . Se componen de glicerol unido a uno o dos ácidos grasos y a una base orgánica que contiene fósforo	Busque el glicerol y la cadena lateral que contiene fósforo y nitrógeno.	Componentes de membranas celulares
	3. <i>Esteroides</i> . Moléculas complejas que contienen átomos de carbono dispuestos en cuatro anillos entrelazados (de los cuales tres anillos contienen seis átomos de carbono cada uno y el cuarto anillo contiene cinco)	Busque cuatro anillos unidos: 	Algunos cumplen funciones de regulación hormonal (ejemplo las hormonas sexuales); otros como el colesterol son componentes de las membranas celulares, y los derivados del colesterol como las sales biliares y la vitamina D participan en otros procesos biológicos
4. <i>Carotenoides</i> . Pigmentos naranjas y amarillos que consisten en unidades de isopreno	Busque unidades isopreno 	Convertidos en retinol (importante en la fotorrecepción) y vitamina A	
Proteínas C, H, O, N (frecuentemente también contienen S)	Uno o más polipéptidos (cadenas de aminoácidos) enrollados o plegados en formas características	Busque las unidades de aminoácidos unidas por enlaces C—N	Funcionan como enzimas, componentes estructurales, proteínas musculares, hemoglobina
Ácidos nucleicos C, H, O, N, P	Esqueleto o cadena carbonada que se compone de pentosa y grupos fosfato alternos, desde los cuales se proyectan las bases nitrogenadas. El ADN contiene el azúcar desoxirribosa y las bases guanina, citosina, adenina y timina. El ARN se forma del azúcar ribosa y las bases guanina, citosina, adenina y uracilo. Cada subunidad molecular, llamada nucleótido, consiste en una pentosa, un grupo fosfato y una base nitrogenada	Busque un esqueleto o armazón de pentosa-fosfato. El ADN forma una doble hélice	Almacenamiento, transmisión y expresión de la información genética; importantes en la transferencia de energía, la señalización celular, y otros aspectos del metabolismo

Célula

*La **célula** es la unidad más pequeña que puede realizar todas las actividades asociadas con la vida.*

La célula está compuesta por una gran variedad de iones, moléculas inorgánicas y orgánicas, donde se incluye el agua, sales, carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Estas moléculas se organizan para formar las estructuras de la célula y sus rutas bioquímicas.

La información genética se transmite a cada nueva generación de células durante la división celular.

Las células intercambian materiales y energía con el entorno.

La organización de las células y su reducido tamaño les permite mantener la *homeostasis*, es decir un entorno interno apropiado. No obstante, las células experimentan cambios constantes en su entorno, como las fluctuaciones en la concentración de sales, pH y temperatura, por lo que deben actuar continuamente para restablecer y mantener las condiciones internas que hacen posible el funcionamiento de sus mecanismos bioquímicos.

La membrana plasmática es una estructura específica que rodea la superficie de todas las células, haciendo de cada una de ellas, un compartimento cerrado, cuya composición química es diferente de la del espacio exterior. Es decir que funciona como una barrera selectiva entre el contenido celular y el entorno exterior.

Todos los procariontes y muchos protistas y hongos consisten en una sola célula (son unicelulares), mientras que la mayoría de las plantas y animales están compuestos por millones de células (son pluricelulares).

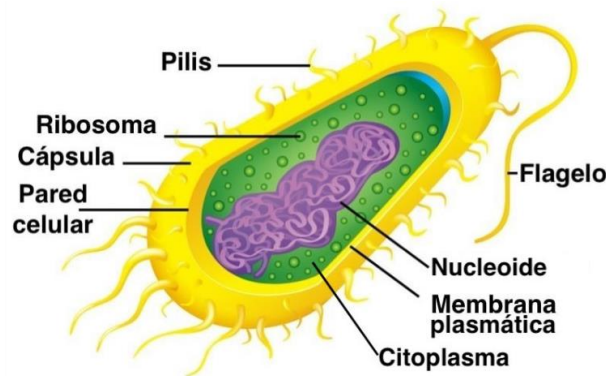
Células procariontes y eucariotas

*Las **células procariontes** son aquellas que no poseen núcleo definido, es decir que su material genético se encuentra disperso en el citoplasma, reunido en una zona denominada nucleóide.*

Los organismos cuyas células son procariontes se conocen como procariontes y suelen ser organismos primitivos, unicelulares y de menor tamaño.

Los procariontes fueron las primeras formas de vida sobre la tierra, por lo que es lógico asumir que la célula procarionte fue el primer tipo de célula organizada que existió.

Estructura de la célula procariota



- Pared celular: barrera rígida y externa que le brinda soporte y tenacidad a la célula, aunque le dificulta su crecimiento.
- Membrana plasmática: barrera de lípidos permeables y selectiva, que distingue el interior de la célula del afuera.
- Citoplasma: interior húmedo de la célula, medio gelatinoso.
- Nucleoide: región del citoplasma en la que suele acumularse el material genético de la célula, y que hace las veces de núcleo, aunque posee una forma muy irregular.
- Ribosomas: fábricas de proteínas y otras sustancias que la célula sintetiza, expresan y vuelven realidad el contenido de los genes.
- Compartimientos procariotas: segmentos del citoplasma que parecen encargados de llevar a cabo tareas especializadas, como los citosomas, carboxisomas, clorosomas...etc.

Además, determinados procariotas pueden tener:

- Flagelos: órganos celulares que permiten el movimiento de la célula.
- Cápsula o Glicocálix: dependiendo del tipo de procariota, son estructuras externas de la membrana celular que le sirven como depósito de alimentos y defensa contra la fagocitosis. Las cápsulas son rígidas y definidas, mientras que el glicocálix es difuso como una capa mucosa.
- Pili: estructuras en forma de pelo, más corta y finas que los flagelos. Corresponden a la membrana citoplasmática a través de los poros de la pared celular y la cápsula que asoman al exterior.
- Mesosoma: invaginación de la membrana plasmática hacia el citoplasma muy frecuentes en los procariotas y han sido reconocidas como malformaciones, a pesar de que inicialmente se creía que cumplían ciertas funciones.

- Plásmidos: moléculas de ADN circular y extracromosómico (no codificable) que se replican de manera independiente al ciclo de la célula, y que contiene diversa información genética a conservar, como resistencias a los antibióticos en el caso de ciertas bacterias.

Las células procariotas presentan una enorme diversidad de métodos de nutrición, dependiendo del tipo de organismo y del hábitat en que evoluciona. Por lo que se puede hablar de procariontes:

- *Autótrofos*: son aquellos que generan su propio alimento a partir de elementos y energías inorgánicas, empleando métodos como:
 - Fotosíntesis: aprovechamiento de la luz solar para sintetizar azúcares aprovechables a partir del agua y CO₂.
 - Quimiosíntesis: la conversión de la molécula de C y otros nutrientes inorgánicos en materia orgánica, empleando para ello procesos de oxidación como fuente de energía
- *Heterótrofos*: son aquellos que requieren del aprovechamiento de la materia orgánica de otros seres vivos (o muertos) para sobrevivir:
 - Parásito: cuando se introducen en el organismo de un ser vivo mayor y se nutren de su cuerpo, causándole un daño en el proceso.
 - Saprófito: cuando aprovechan los desechos orgánicos de otros seres vivientes o la materia orgánica en descomposición que queda luego de sus muertes.
 - Simbiótico: cuando se benefician de la materia orgánica de otro ser vivo, sin causarle daños sino beneficiando y logrando la ganancia mutua.

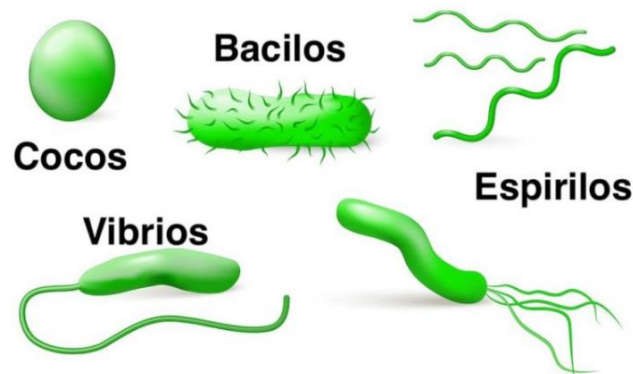
Al no tener núcleo celular, las células procariotas se reproducen de dos maneras:

- Asexual: por fisión binaria o bipartición, una forma rápida y sencilla en que la célula crece hasta dividirse en dos nuevas de idéntico material genético.
- Parasexual: método de intercambio de ADN que permite obtener variabilidad genética entre células procariotas, y que se puede dar de tres modos:
 1. Conjugación: cuando una célula procariota dona a otra parte de su material genético y la receptora lo incorpora al propio.
 2. Transducción: cuando un virus u otro mecanismo microscópico lleva fragmentos de ADN de una célula procariota a otra, contagiándola con nuevo material genético.

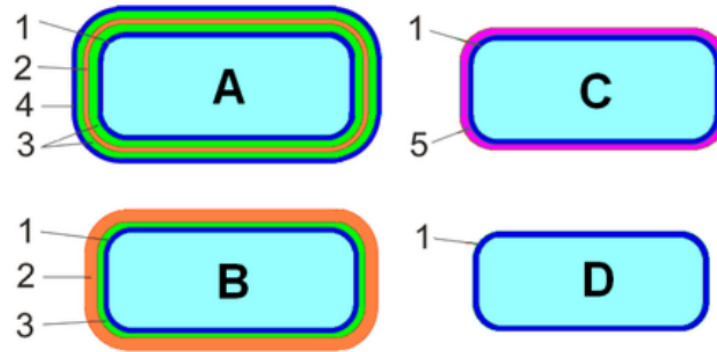
3. Transformación: cuando las células procariotas incorporan material genético libre (plásmidos) que provienen de otras células degradadas o bien de su propio citoplasma.

Las células procariotas son muy diversas, por lo que suelen clasificarse en base a:

- Su morfología (forma):
 - Cocos: de forma esférica, irregular.
 - Bacilos: en forma de bastoncillos.
 - Vibrios: con forma de coma, curvadas.
 - Espirilos: de forma helicoidal o espiral, como un tornillo.
 - Irregulares: aquellas que no presentan forma definida, como las arqueas.
- Su envoltura celular:
 - Gracilicutes: que presentan una delgada piel de peptidoglicano.
 - Firmicutes: que presentan una gruesa pared de peptidoglicano.
 - Mendosicutes: como las arqueas, cuyas membranas celulares son de distinta composición molecular a las bacterias.
 - Tenericutes: no presentan pared celular, al ser endoparásitas.



Morfología de los procariontes



A- Bacteria Gram Negativa, B- Bacteria Gram Positiva, C- Arquea, D- Micoplasma

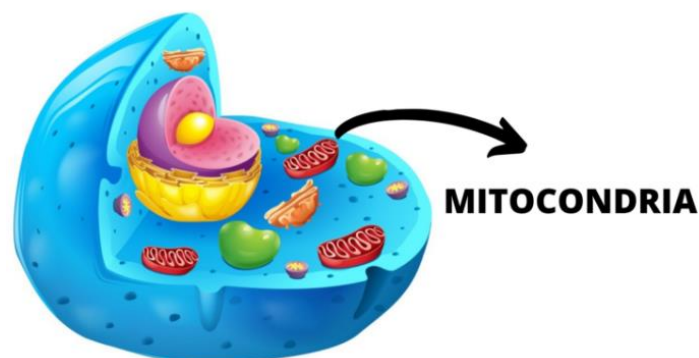
1. Membrana citoplasmática, 2. Pared celular bacteriana, 3. Espacio periplasmático, 4. Membrana externa, 5. Pared celular arqueana.

Las **células eucariotas** son aquellas cuyo material genético (ADN) puede hallarse en el núcleo celular definido. Los seres vivos formados por células eucariotas se denominan eucariontes.

La aparición de este tipo de células se considera un importante paso evolutivo ya que sentó las bases para la futura complejidad y variedad de la vida pluricelular, dando origen así a los reinos superiores animal, vegetal, hongos y protistas.

Esto evidencia la gigantesca biodiversidad que el desarrollo del núcleo celular permitió.

La estructura de la célula eucariota se constituye de las siguientes partes:



- **Membrana celular o plasmática.** Una suerte de “cortina” que rodea a la célula y la delimita, permitiendo tanto el acceso de sustancias deseadas a su interior como la expulsión de las indeseadas.

- **Pared celular.** Característica de las células vegetales y de los hongos, únicamente, se trata de una pared de celulosa (plantas) o quitina (hongos) que les confiere resistencia y cierta rigidez.
- **Núcleo.** En él se hallan contenidos los cromosomas, portadores de los genes, que son las unidades mínimas de la información genética del ser vivo (ADN). Está cubierto por una membrana nuclear.
- **Citoplasma.** El de las células eucariotas se compone más que nada de agua y diversos compartimientos separados por membranas internas, en los cuales se hallan los orgánulos (los “órganos” de la célula). Estos últimos son:
 - **Lisosomas.** Contienen material digestivo necesario para la asimilación de las sustancias que ingresen a la célula.
 - **Mitocondrias.** Son las encargadas del proceso metabólico, es decir, la producción de energía a partir de respiración o fotosíntesis.
 - **Cloroplastos.** Portan la clorofila, aparecen solo en las células vegetales y poseen un pigmento verde que les da a las plantas su color característico.

Las principales diferencias entre las células eucariotas con las procariotas se basan en:

Presencia de núcleo. Las células eucariotas tienen el material genético contenido en un núcleo bien definido.

Tipo de ADN. El ADN de las procariotas es de forma circular; el de las eucariotas de forma lineal.

Tamaño celular típico. Las eucariotas presentan un tamaño superior (10-100 μm) al de las procariotas (0,2-2,0 μm).

Reproducción. Las células procariotas se reproducen en forma asexual, mientras que las eucariotas presentan reproducción sexual y asexual.

Presencia de orgánulos celulares. Exclusivos de las eucariotas: mitocondrias, lisosomas, cloroplastos, etc. Las células eucariotas tienen su propio centro de control, un sistema de transporte interno, plantas de energía, fábricas para producir los materiales necesarios, planta de empaquetamiento de moléculas e incluso un sistema de “autodestrucción”.

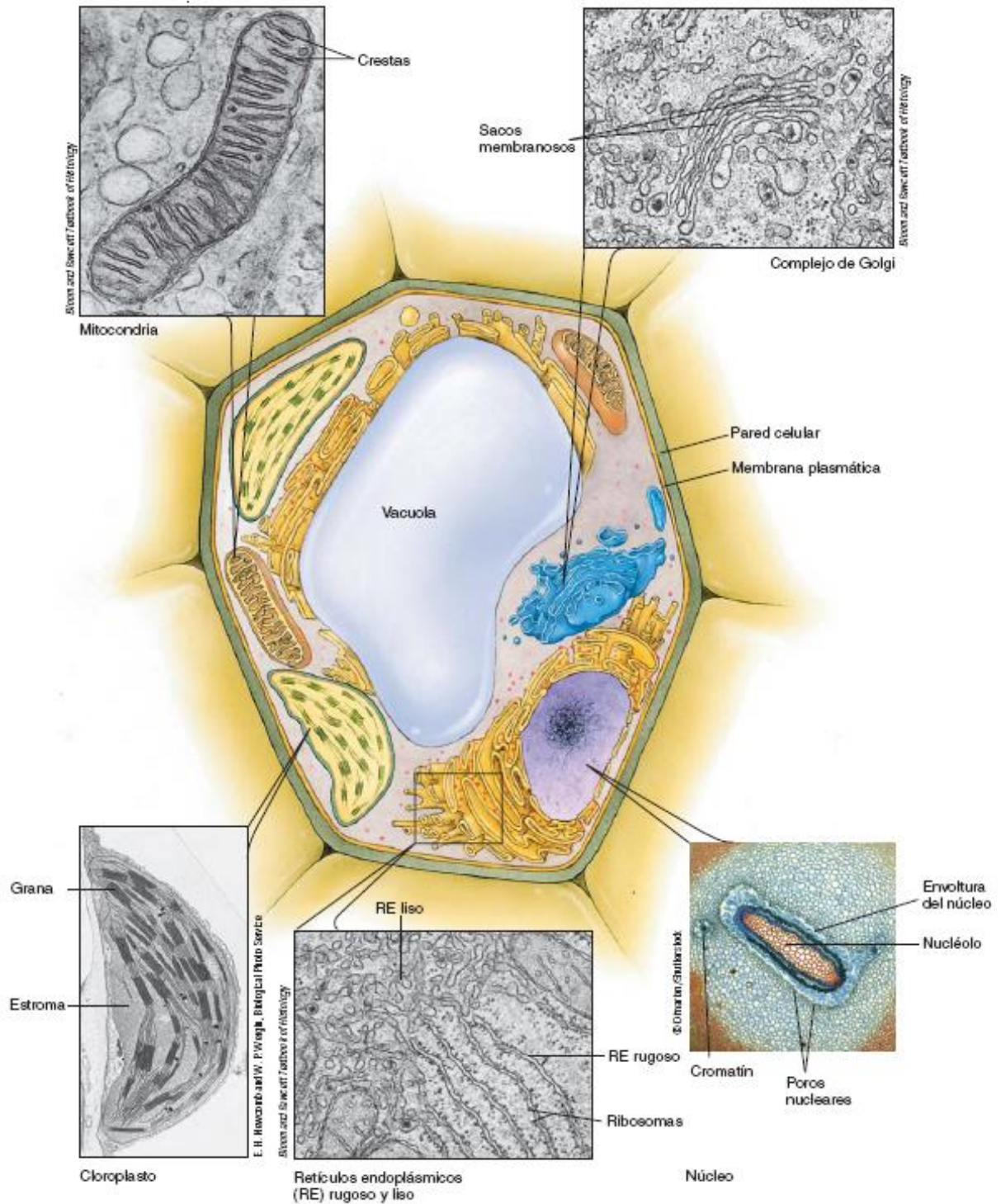
Citoesqueleto. Las células eucariotas a diferencia de las procariotas, tienen un almacén de soporte o citoesqueleto, lo cual es importante para mantener la forma celular y transportar materiales dentro de ella.

TABLA 4-1 Estructuras de las células eucariotas y sus funciones

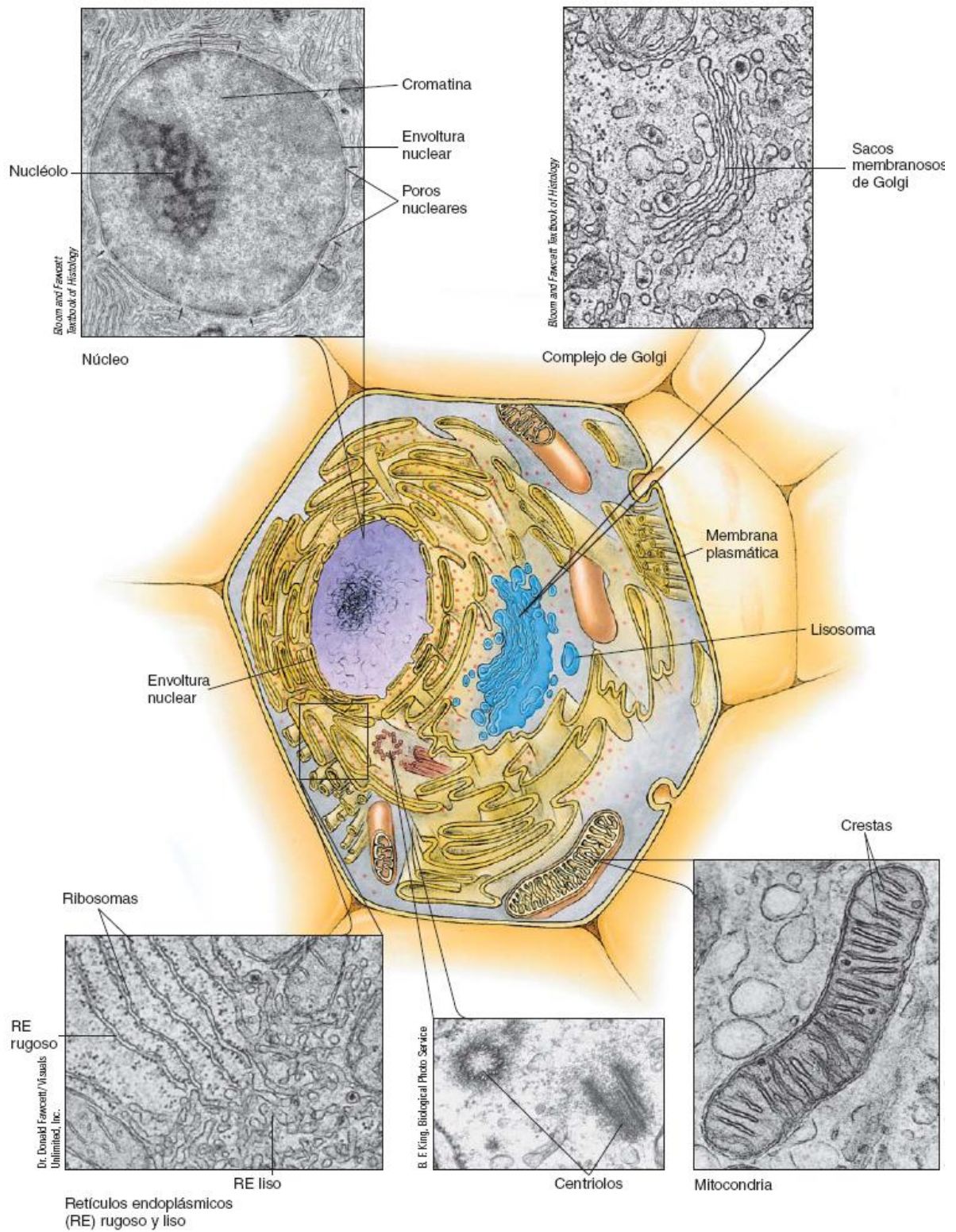
Estructura	Descripción	Función
Núcleo de la célula		
Núcleo	Estructura grande rodeada por una doble membrana; contiene el nucléolo y los cromosomas	Transcribe la información del ADN en el ARN; donde se especifica la síntesis de las proteínas celulares
Nuécleolo	Cuerpo granular dentro del núcleo; consiste de ARN y proteínas	Lugar de síntesis del ARN ribosómico y de ensamblaje de las subunidades ribosómicas
Cromosomas	Compuesto de cromatina, un complejo de ADN y proteínas; que se condensa durante la división celular, haciéndose visible como estructuras en forma de varillas o bastones	Contiene los genes (unidades de información hereditaria) que dirigen la estructura y actividad celular
Orgánulos citoplásmicos		
Membrana plasmática	Membrana que conforma los límites de la célula	Encierra el contenido celular; regula el de materiales dentro y fuera de la célula; ayuda a mantener la forma de la célula; se comunica con otras células (también está presente en procariontas)
Ribosomas	Gránulos compuestos de ARN y proteína; algunos están unidos al RE y otros están libres en el citosol	Sintetiza polipéptidos tanto en procariontas como en eucariotas
Retículo endoplásmico (RE)	Red de membranas internas que se extienden por todo el citoplasma	Sintetiza lípidos y modifica muchas proteínas; es el lugar de origen de las vesículas de transporte intracelular que llevan las proteínas
Liso	Carece de ribosomas en la superficie externa	Síntesis de lípidos; detoxificación de proteínas; almacenamiento de iones de calcio
Rugoso	Presenta ribosomas salpicados por la superficie externa	Fabricación de proteínas
Complejo de Golgi	Sacos membranosos aplanados y apilados	Modifica proteínas, empaqueta las proteínas secretadas; clasifica las proteínas para dirigir las hacia las vacuolas u otros orgánulos
Lisosomas	Sacos membranosos (en animales)	Contienen enzimas que degradan diferentes materiales ingeridos, así como orgánulos y proteínas deteriorados o que ya no se necesitan
Vacuolas	Sacos membranosos (en la mayoría de plantas, hongos, algas)	Almacenan materiales, residuos, agua; mantienen la presión hidrostática
Peroxisomas	Sacos membranosos que contienen diversas enzimas	Lugar en el que ocurren muchas reacciones metabólicas diversas; por ejemplo, degradación de ácidos grasos
Mitocondrias	Sacos rodeados por dos membranas; la membrana interna se pliega para formar crestas y rodear a la matriz mitocondrial	Lugar donde ocurre la mayoría de las reacciones de la respiración celular; transformación de la energía que procede de la glucosa o de lípidos en energía de ATP.
Plastidios (por ejemplo, cloroplastos)	Estructura con doble membrana que encierra la membrana tilacoidal interna; los cloroplastos contienen clorofila en la membrana tilacoidal	Los cloroplastos son los lugares donde se realiza la fotosíntesis; la clorofila captura la energía de la luz; se forma ATP y otros compuestos ricos en energía que se utilizan para convertir el CO ₂ en carbohidratos
Citoesqueleto		
Microtúbulos	Tubos huecos constituidos por subunidades de la proteína tubulina	Proporcionan soporte estructural; participan en los movimientos de sustancias celulares, de los organelos y en la división celular; son los componentes de cilios, flagelos, centriolos y cuerpos basales
Microfilamentos	Estructuras sólidas con forma de varilla o barra que se componen de proteína actina	Proporcionan soporte estructural, participan en el movimiento celular, contribuyen en la formación de pseudópodos y otras estructuras transitorias que se forman en la división celular. Se alargan y acortan rápidamente.
Filamentos intermedios	Fibras resistentes constituidas de proteínas fibrosas	Ayudan a fortalecer el citoesqueleto; estabilizan la forma celular
Centriolos	Par de cilindros huecos localizados cerca del núcleo; cada centriolo consta de nueve tripletes de microtúbulos (estructura 9 × 3)	El huso mitótico se forma entre los centriolos durante la división de células animales; pueden anclarse y organizar la formación de microtúbulos en las células animales; ausentes en la mayoría de células vegetales
Cilios	Proyecciones relativamente cortas que se extienden desde la superficie de la célula; recubiertos de membrana plasmática; constituidos por dos pares centrales y nueve pares de microtúbulos periféricos (estructura 9 + 2)	Permiten el movimiento de algunos organismos unicelulares; tapizan algunos tejidos y contribuyen en mover materiales sobre su superficie; son importantes en la señalización celular
Flagelos	Proyecciones largas de dos microtúbulos centrales y nueve pares periféricos (estructura 9 + 2); se extienden desde la superficie de la célula; recubiertos por membrana plasmática	Permiten la locomoción de células espermatozoides y de algunos organismos unicelulares

Tipos de células eucariotas

La **célula vegetal** presenta los siguientes componentes principales:



En la **célula animal** se puede observar los siguientes componentes:



Las principales diferencias entre célula animal y vegetal:

Aspectos	Célula animal	Célula vegetal
Pared celular	NO	SI
Membrana plasmática	SI (con colesterol)	SI (sin colesterol)
Vacuolas	Tienen una o más, pero pequeñas	Tienen una grande y central
Centriolos	SI	NO
Cloroplastos	NO	SI
Plasmodesmos	NO	SI
Almacenamiento de energía	Glucógeno	Almidón
Nutrición	Heterótrofa	Autótrofa

Las células eucariotas tienen dos funciones fundamentales: la **autoconservación** y la **autorreproducción**. Esto significa que sus conductas se rigen por los principios más elementales de la vida, que son conseguir el alimento necesario para producir energía y, eventualmente, permitir la perpetuación de la vida a través de la creación de nuevos individuos de la especie.

Niveles de organización interna

La unidad biológica más pequeña de todo ser viviente es la **célula**.

Hay seres vivos formados por una célula, a los cuales se los llama seres unicelulares, como las bacterias, los protozoos, levaduras y algunas algas.

También hay seres vivos constituidos por muchas células y se los conoce como seres pluricelulares. Pueden ser las plantas y los animales.

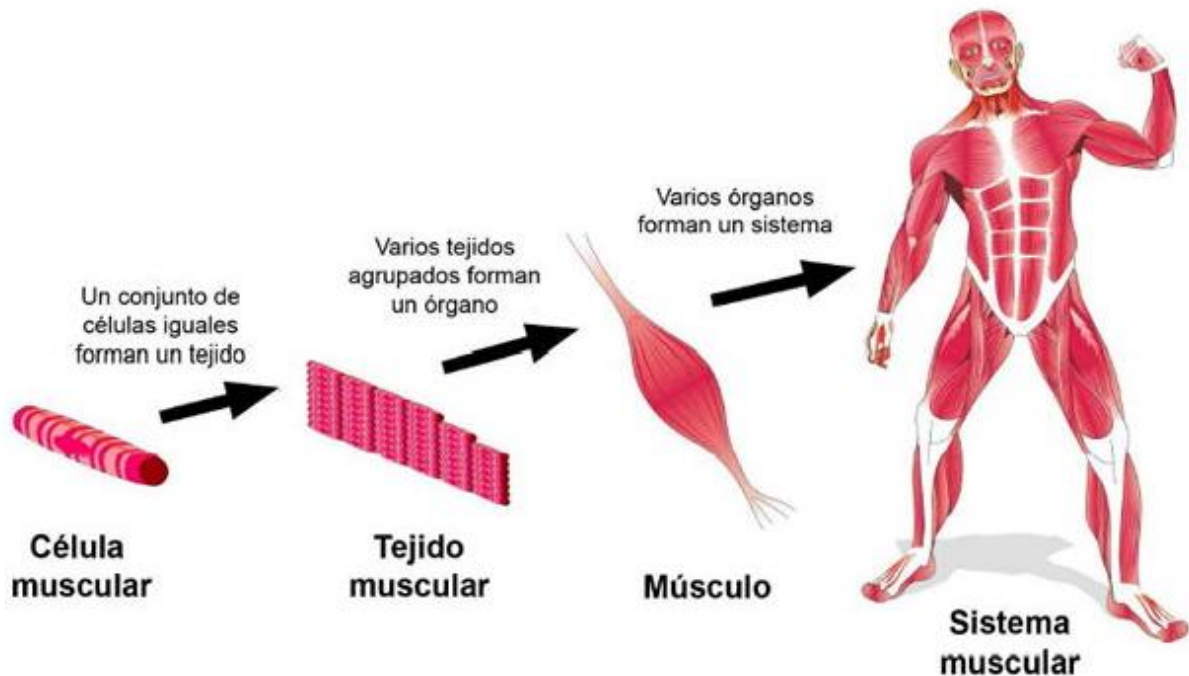
Partiendo de que las células se diferencian y se especializan, éstas se pueden organizar en distintos niveles:

- Células formando tejidos. Los tejidos están formados por células similares que realizan la misma función. Por ejemplo, el tejido muscular se forma por la unión de

numerosas células musculares. Estas células están especializadas en producir movimientos.

- Tejidos formando órganos. Los órganos son estructuras constituidas por varios tejidos que trabajan conjuntamente para realizar una función. Por ejemplo, los músculos, el corazón y los huesos son órganos.
- Órganos formando sistemas. Los sistemas están formados por órganos que realizan la misma función. Por ejemplo, el sistema óseo, el sistema muscular, el sistema nervioso, el sistema endocrino u hormonal, el sistema tegumentario (piel), sistema linfático.
- Sistemas y órganos forman aparatos. Los aparatos están formados por sistemas y órganos diferentes que realizan coordinadamente una función. Por ejemplo, el aparato locomotor, el aparato respiratorio, el aparato digestivo, el aparato excretor, el aparato reproductor.

Resumiendo, en los seres pluricelulares, las células se agrupan y pueden formar tejidos, órganos, sistemas y aparatos.



UNIDAD 2

Ecología

*La **ecología** es una ciencia que estudia las interacciones de los organismos vivos y su ambiente.*

El término ambiente incluye todos los factores inorgánicos (abióticos) y orgánicos (bióticos), de los cuales depende el desarrollo de un ser vivo.

Niveles de organización

Para los ecólogos modernos, la ecología puede ser estudiada a varios niveles o escalas:

- **Individuos u organismos:** constituyen la unidad básica, el nivel de ámbito más local y concreto dentro de los niveles de organización ecológica. Se trata de seres vivos, no necesariamente animales, que muchas veces son funcionales y pueden reaccionar a estímulos o en ocasiones incluso llevar a cabo acciones complejas. En este nivel se estudian la forma, la fisiología, el comportamiento, la distribución y las adaptaciones en relación con las condiciones ambientales. Un individuo está totalmente adaptado a su entorno.
- **Especie:** es un grupo de individuos relacionados genéticamente y pueden aparearse para producir descendencia fértil.
- **Poblaciones:** grupo de individuos de una misma especie que viven en un área geográfica específica en un momento dado. Las interacciones que se estudian de las poblaciones son las de un depredador y su presa, o un parásito con su huésped.
- **Comunidades:** incluyen a todas las poblaciones en un área específica en un momento dado. Una comunidad tiene una composición y estructura de especies diferentes. La organización comunitaria resulta de la interdependencia y de las interacciones entre las poblaciones diferentes en un hábitat dado.
- **Biomás:** es el conjunto de ecosistemas que comparten características similares con sus factores abióticos adaptados a su entorno. Es una gran unidad regional caracterizada por un importante tipo de vegetación y fauna asociada que se encuentra en una zona climática específica.
- **Biosfera:** es la suma de todos los ecosistemas establecidos en el planeta Tierra.

Flujo de materia y energía

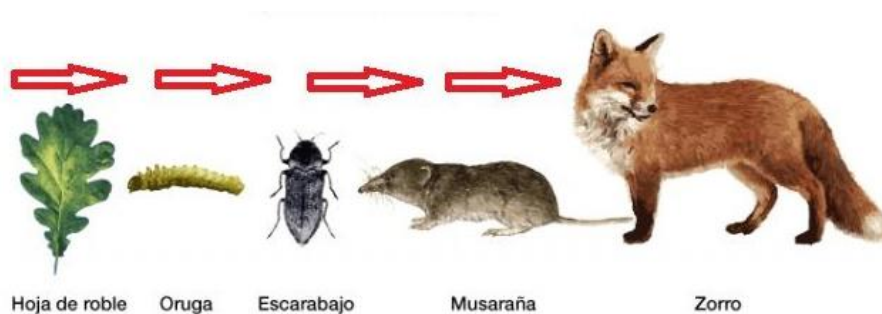
Las plantas que realizan la fotosíntesis utilizando la energía solar para elaborar hidratos de carbono para sus propias necesidades, se los llaman autótrofos. La mayor parte de esta energía química se procesa en el metabolismo y se pierden en forma de calor en la respiración. Las plantas convierten la energía restante en biomasa sobre el suelo como tejido leñoso y herbáceo y bajo este, como raíces. Este material, que es energía almacenada, se transfiere al nivel trófico siguiente, que comprende los herbívoros que pasan, los descomponedores y los que alimentan de detritos. Si bien, la mayor parte de la energía asimilada en el segundo nivel trófico se pierde de nuevo en forma de calor en la respiración, una porción se convierte en biomasa. En cada nivel trófico los organismos convierten en biomasa menos energía de la que reciben. Por lo tanto, cuantos más pasos se produzcan entre el productor y el consumidor final queda menos energía disponible. Rara vez existen más de cuatro o cinco niveles en una cadena trófica. Con el tiempo, toda la energía que fluye a través de los niveles tróficos se pierde en forma de calor. El proceso por medio del cual la energía pierde su capacidad de generar trabajo útil se denomina entropía.

Cadena trófica

La cadena alimentaria, es una representación gráfica de una relación de seres vivos en la cual cada uno de sus integrantes se alimenta del que precede en la cadena y a su vez es comido por el que le sigue. Luego veremos la diferencia con una red alimentaria.

*Una **cadena alimenticia** es la secuencia de quién come a quién en una comunidad biológica (un ecosistema) para obtener la nutrición.*

Cada ser vivo de la cadena se llama **eslabón**, y la flecha dentro de la cadena va siempre de la presa al consumidor o depredador.



La cadena alimentaria permite que se mantenga un balance de los seres vivos dentro de un ecosistema y nos describe el paso o transferencia de nutrientes o alimentos de unos organismos a otros.

Los vegetales recordamos que son autótrofos, es decir fabrican su propio alimento por medio del Sol y la fotosíntesis, por lo que al no necesitar de otro ser vivo para vivir son ellos los que siempre comienzan la cadena alimentaria.

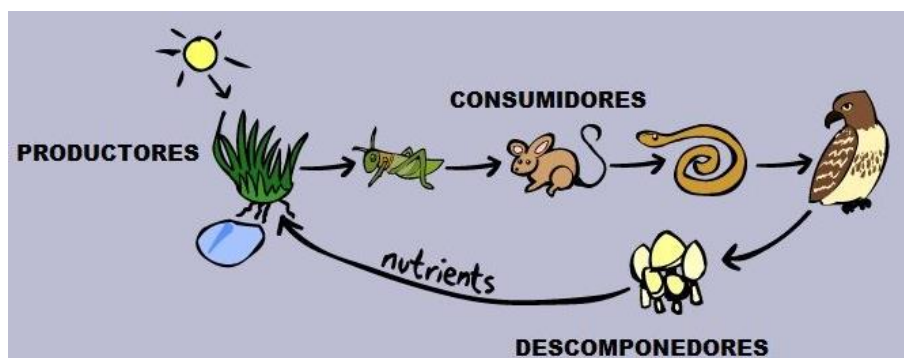
Esto hace que se les llame productores dentro de la cadena y son el primer el primer eslabón.

El resto de seres vivos que forman la cadena se llaman Consumidores y/o Descomponedores.

Niveles tróficos

Los niveles tróficos o alimenticios de los seres vivos son 3: productores, consumidores descomponedores, dependiendo en que parte se encuentren dentro de la cadena.

- Productores: Son los Vegetales y forman el primer eslabón de la cadena. Son autótrofos.
- Consumidores: son organismos incapaces de utilizar la energía del sol para alimentarse, y que para conseguir la energía necesaria para vivir deben alimentarse de otros organismos. Son heterótrofos. Dentro de estos tendremos:
 - o Primarios: comen vegetales, es decir, se alimentan directamente de los productores.
 - o Secundarios: se alimentan de los consumidores primarios.
- Descomponedores: se aprovechan de restos de animales y plantas para alimentarse. Son organismos que habitan en el suelo y se encargan de degradar y descomponer organismos muertos o restos de ellos (cadáveres, heces, etc.). De este tipo son los hongos, las bacterias, las lombrices, las babosas, algunos insectos.



Podemos decir que gracias a los descomponedores de la cadena alimentaria se cierra. Los restos de la degradación o descomposición hecha por ellos es utilizada de nuevo por los productores,

cerrándose así la cadena. Transforman la materia orgánica de los distintos seres vivos que han muerto en materia inorgánica.



Estos niveles tróficos también se pueden representar en lo que se llama a pirámide alimenticia:

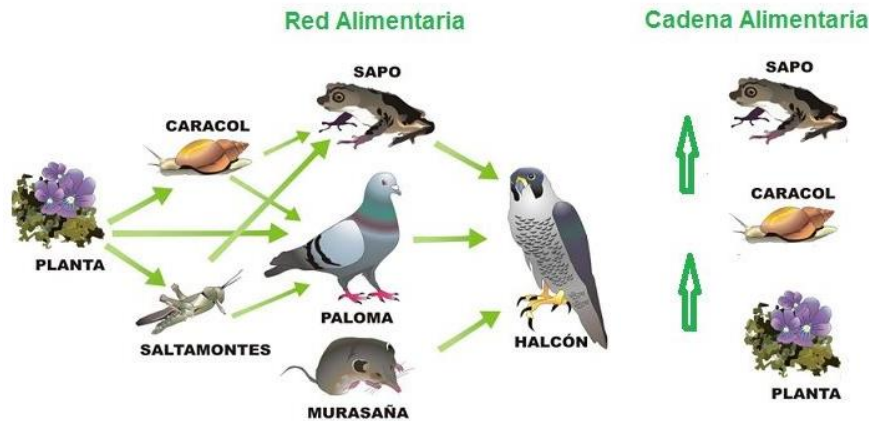


Red Alimentaria

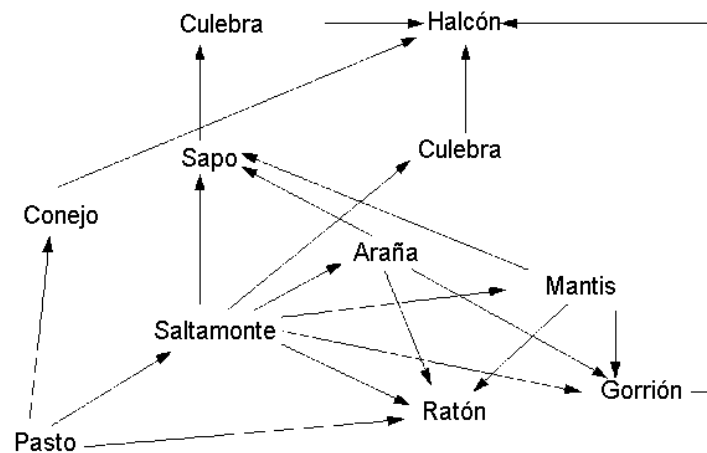
En la vida real las cadenas alimentarias no son tan sencillas, ya que por ejemplo en el caso primero que vimos, el zorro no solo se alimenta de musarañas, ni la musaraña solo se alimenta de escarabajos, es por eso que las cadenas alimentarias son más bien Redes Alimentarias.

Una red trófica está formada por varias cadenas alimentarias y representa mucho mejor lo que sucede en la vida real.

*Una **red alimentaria** es el conjunto de cadenas alimentarias interconectadas, que expresan todas las posibles relaciones alimentarias que se dan entre los organismos de un ecosistema.*



Incluso las redes alimentarias son más complejas:



Rotura de un eslabón dentro de una cadena alimentaria

Cuando dentro de un ecosistema uno de los elementos o eslabón de la cadena alimentaria se extingue o desaparece surgen 3 problemas principales:

- I. Las especies que están más cercanas al eslabón donde se rompe la cadena, su población se ve menguada de forma drástica e incluso en caso extremis puede llegar a extinguirse.
- II. Se superpoblarán los niveles inmediatamente anterior, debido a que ya no existen sus depredadores.
- III. Se desequilibrarán los niveles inferiores y los niveles contiguos por la falta de competencia entre esa especie y la que compone el eslabón desaparecido.

Lo ideal es que las poblaciones de depredadores-presa estén en equilibrio.

Pero como la naturaleza es sabia, los ecosistemas tienen una gran resistencia a las alteraciones que se producen en su entorno, y pueden recuperarse de ellas si se les concede un tiempo suficiente. Es

por eso que los ecosistemas presentan mecanismos de autorregulación, que los mantienen estables y en equilibrio.

Un ejemplo de esto es la regeneración de un bosque después de un incendio o la recuperación natural de un campo de cultivo abandonado

En este punto tenemos que decir o hacer una reflexión "El ser humano es el ser vivo que modifica el medio de modo más patente y, a veces, de forma irreversible".

Relaciones interespecíficas

*La **relación interespecífica** es la interrelación que tiene lugar entre seres vivos de distintas especies.*

A continuación, se menciona algunas relaciones que pueden ocurrir entre las distintas especies:

- Mutualismo: en esta interrelación ambos organismos se benefician.
- Simbiosis: esta es una interacción en la que ambos organismos se benefician, pero en este caso no pueden vivir libremente del otro organismo. Es una asociación "obligada". Por ejemplo: los líquenes, son una asociación de hongos con algas, en las que el hongo protege, da humedad y nutrientes al alga, y el alga mediante la fotosíntesis proporciona materia orgánica al hongo.
- Comensalismo: en esta relación el organismo (comensal) se beneficia de la interacción con otro organismo, al cual no perjudica ni beneficia. Ejemplo el tiburón y el pez rémora.
- Parasitismo: en esta interacción un organismo se beneficia (parásito) y el otro se perjudica (hospedador). A diferencia de la depredación, en el parasitismo, no se produce la muerte del organismo perjudicado.
- Depredación: una especie se perjudica (presa) mientras que la otra se beneficia (depredador).
- Competencia: esta relación se da entre dos especies que demandan uno o más recursos idénticos, los cuales son escasos. Por ejemplo: los leones con las hienas.

Relación intraespecífica

*Una **relación intraespecífica** es aquella interacción biológica en la que los organismos que intervienen pertenecen a la misma especie.*

La competencia intraespecífica se produce cuando dos individuos de la misma especie compiten por:

- Los recursos del medio ambiente (una zona del territorio, los nutrientes del suelo)

- La reproducción (luchando por el sexo opuesto)
- Dominación social (cuando un individuo se impone a los demás)

La asociación en grupos de individuos se produce para obtener determinados beneficios como:

- Mayor facilidad para la caza y la obtención de alimento
- Protección frente a los depredadores de la especie
- La reproducción por proximidad de los sexos en el grupo
- El cuidado y protección de las crías.
-

Adaptación

*La **adaptación** se refiere tanto a las características que incrementan la supervivencia y/o éxito reproductivo de un organismo, como al proceso por el cual se adaptan los organismos.*

- Adaptación como patrón: Cualquier carácter, morfológico, fisiológico, de conducta, o de desarrollo que incrementa la supervivencia y/o el éxito reproductivo de un organismo.
- Adaptación como proceso: Los mecanismos por los cuales la selección natural ajusta la frecuencia de los genes que codifican para rasgos que afectan el número de descendientes que sobreviven en generaciones sucesivas, esto es, la aptitud.

La adaptación es un proceso normalmente muy lento, que tiene lugar durante cientos de generaciones y que en general no es reversible.

La falta de adaptación lleva a la especie o población a la extinción.

Biodiversidad

*La **biodiversidad** de un ecosistema es la riqueza de especies que existe en dicho ecosistema.*

La biodiversidad es muy importante para el funcionamiento de los ecosistemas. Sin embargo, las actividades humanas han tenido un efecto muy negativo sobre la diversidad biológica.

Las principales causas de pérdida de biodiversidad son:

- Deterioro y fragmentación de los hábitat naturales
- Introducción de especies exóticas
- Excesiva explotación de algunas especies

- Contaminación de suelos, agua y aire
- Cambio climático
- Intensificación de las agrícolas y forestales

Clasificación de los organismos

El estudio científico de la diversidad de los organismos y sus relaciones evolutivas se llama sistemática. Recuerde que la evolución es la acumulación a lo largo del tiempo de cambios hereditarios dentro de las poblaciones. Un aspecto importante de la sistemática es la taxonomía, la ciencia de nombrar, describir y clasificar organismos. En biología, el término clasificación significa ordenar los organismos en grupos con base en semejanzas que reflejen relaciones evolutivas entre linajes.

Los organismos se nombran usando un sistema binomial

Dado que existen millones de tipos de organismos, los científicos necesitan un sistema para identificarlos con precisión. Imagine el lector que está a punto de desarrollar un sistema de clasificación. ¿Cómo usaría lo que ya sabe acerca de las cosas vivientes para asignarlas a categorías? ¿Colocaría insectos, murciélagos y aves en una categoría porque todos tienen alas y vuelan? ¿Acaso colocaría a calamares, ballenas, peces, pingüinos y campeones olímpicos de nado de dorso en otra categoría, sólo porque todos ellos nadan? ¿O clasificaría a los organismos de acuerdo con un esquema culinario, y colocaría langostas y atún en la misma parte del menú, quizá por identificarlos como “comida marina”? Cualquiera de estos esquemas es válido, dependiendo de su propósito. A lo largo de la historia se han usado métodos similares. San Agustín, en el siglo IV, clasificó a los animales como útiles, dañinos o superfluos para los humanos. Durante el Renacimiento, los escolásticos comenzaron a desarrollar categorías con base en las características de los organismos.

De los muchos sistemas de clasificación que se desarrollaron, el que diseñó Carolus Linneo a mediados del siglo XVIII sobrevive en la actualidad con algunas modificaciones. Linneo agrupó a los organismos de acuerdo con sus semejanzas, principalmente las estructurales.

Antes de mediados del siglo XVIII, cada especie tenía un nombre descriptivo muy largo, ¡que en ocasiones consistía de diez o más palabras en latín! Linneo simplificó la clasificación científica y desarrolló un sistema binomial de nomenclatura en el que a cada especie se le asignaba un nombre único de dos partes. La primera parte de un nombre científico binomial es un sustantivo que designa el género, y la segunda parte es un adjetivo que modifica al sustantivo y se llama epíteto específico.

El nombre de género siempre comienza con mayúscula, mientras que el epíteto específico usualmente va en minúscula. Ambos nombres se subrayan o se escriben en cursivas. El nombre de género, o genérico, puede usarse solo para designar a todas las especies en el género (por ejemplo, el género *Quercus* incluye a todas las especies de roble). Observe que el epíteto solo, no es el nombre de la especie. De hecho, el mismo epíteto específico puede usarse como segundo nombre de especies en diferentes géneros. Por ejemplo, *Quercus alba* es el nombre científico de especie para el roble blanco y *Salix alba* es el nombre de especie para el sauce blanco (*alba* proviene de una palabra en latín que significa “blanco”). En consecuencia, deben usarse ambas partes del nombre para identificar con precisión a la especie. El epíteto específico nunca se usa solo; siempre debe seguir al nombre de género completo o abreviado, por ejemplo, *Quercus alba* o *Q. alba*. Por lo general los nombres científicos derivan de raíces griegas o latinas, o de versiones latinizadas de nombres de personas, lugares o características.

Por ejemplo, el nombre genérico para la bacteria *Escherichia coli* se basa en el nombre del científico, Theodor Escherich, que la describió por primera vez. El epíteto específico *coli* recuerda que *E. coli* vive en el colon (intestino grueso).

La mayoría de las áreas de la biología dependen de los nombres y clasificaciones científicos. Por ejemplo, para estudiar los efectos de la contaminación sobre una comunidad acuática, los biólogos deben registrar con precisión el número relativo de cada tipo de organismo presente y los cambios en sus poblaciones con el paso del tiempo. Esto requiere que todos los investigadores identifiquen cada especie de manera exacta por su nombre.

Los nombres científicos permiten a la biología ser una ciencia verdaderamente internacional. Aun cuando los nombres comunes de un organismo varíen en diferentes localidades e idiomas, un organismo puede identificarse de manera universal por su nombre científico. Un investigador en Puerto Rico sabe exactamente cuáles organismos se usaron en un estudio publicado por un científico ruso y por tanto puede repetir o extender los experimentos de éste usando la misma especie.

Cada nivel taxonómico es más general que el que está abajo de él

Linneo diseñó un sistema para asignar a las especies a una jerarquía de grupos cada vez más amplios. Conforme se sube por la jerarquía, cada grupo es más incluyente; esto es, incluye a los grupos abajo de él. Cuando estableció su sistema, Linneo no tenía en mente una teoría de la evolución. Tampoco tenía una idea del gran número de organismos existentes (vivos) y extintos que se descubrirían más tarde. Sin embargo, su sistema ha probado ser notablemente flexible y

adaptable a los nuevos conocimientos y teorías biológicas. Muy pocos inventos del siglo XVIII sobreviven en la actualidad en una forma que sus creadores podrían reconocer.

El intervalo de categorías taxonómicas desde especie hasta dominio forma una jerarquía (FIGURA 23-1 y TABLA 23-1). Las especies cercanamente emparentadas se asignan al mismo género y los géneros cercanamente emparentados se agrupan en una sola familia. Las familias se agrupan en órdenes, los órdenes en clases, las clases en filos, los filos en reinos (algunos biólogos usan el término división para esta categoría en las plantas) y los reinos en dominios. Una especie se considera una entidad biológica verdadera, pero las categorías taxonómicas arriba del nivel de especie, al menos hasta hace poco, son constructos artificiales que se usan para catalogar de manera conveniente las diversas formas de vida sobre la Tierra. Los sistemáticos modernos trabajan para validar los grupos taxonómicos.

Un taxón es un grupo formal de organismos en algún nivel dado, como especie, género o filo. Por ejemplo, la clase Mammalia es un taxón que incluye muchos órdenes diferentes. Un taxón puede separarse en subgrupos, como subfilos o superclases. El subfilo Vertebrata, un subgrupo del filo Chordata, es un taxón que contiene muchas clases, incluidos Amphibia y Mammalia.

TABLA 23-1 Clasificación del maíz	
Dominio	Eukarya Organismos que tienen núcleos y otros organelos encerrados con una membrana
Reino	Plantae Organismos terrestres, multicelulares, fotosintéticos
Filo	Anthophyta Plantas vasculares con flores, frutos y semillas
Clase	Monocotiledóneas Monocotiledóneas: plantas que florecen con una hoja seminal (cotiledón) y partes florales en tres
Orden	Commelinales Monocotiledóneas con partes florales reducidas, hojas alargadas y frutos secos con una semilla
Familia	Poaceae Céspedes con tallos huecos, el fruto es un grano, abundante endospermo en la semilla
Género	Zea Césped anual alto con flores femenina y masculina separadas
Especie	Zea mays Maíz

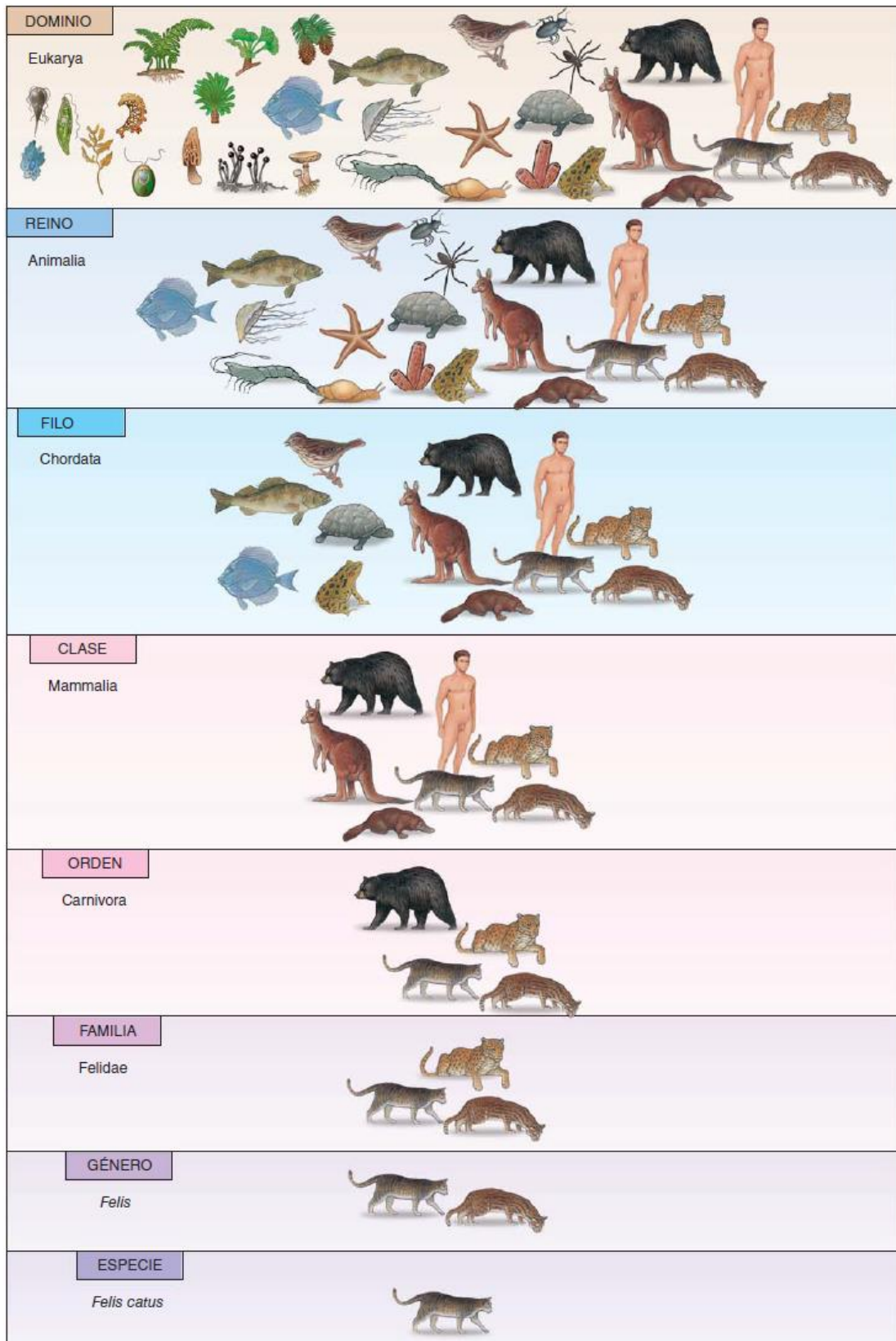


FIGURA 23-1 Principales categorías utilizadas en la clasificación. Aquí se clasifica al gato doméstico (*Felis catus*) para ilustrar la organización jerárquica del sistema taxonómico de Linneo. Cada nivel es más incluyente que el que está bajo él, lo que significa que incluye más grupos de organismos.

Determinación de las principales ramas en el árbol de la vida

La historia de la taxonomía en los niveles de reino y dominio es un buen ejemplo del proceso de la ciencia. En esta sección se revisarán algunos puntos destacados de este proceso.

La sistemática es una ciencia en evolución

Desde la época de Aristóteles y hasta mediados del siglo XIX, los biólogos dividieron los organismos en dos reinos: Plantae y Animalia. Después del desarrollo del microscopio se volvió cada vez más obvio que muchos organismos no podían asignarse con facilidad al reino vegetal o al reino animal. Por ejemplo, el organismo unicelular Euglena se ha clasificado en varias ocasiones en el reino vegetal y en el reino animal, pero en realidad no encaja en ninguno de ellos. La Euglena realiza fotosíntesis en la luz, pero en la oscuridad usa su flagelo para moverse en busca de alimento (vea la figura 26-5). En 1866 un biólogo alemán, Ernst Haeckel, propuso el establecimiento de un tercer reino, Protista, para acomodar a las bacterias y otros microorganismos. Sin embargo, los biólogos ignoraron este reino durante casi cien años.

En 1937, el biólogo marino francés Edouard Chatton sugirió el término procariotique (“antes del núcleo”) para describir a las bacterias y el término eucariotique (“núcleo verdadero”) para describir a todas las otras células. Ahora los biólogos aceptan de manera universal esta dicotomía entre procariotas y eucariotas como una divergencia evolutiva fundamental.

En la década de 1960, los avances en microscopía electrónica y técnicas bioquímicas revelaron más diferencias celulares que inspiraron muchas nuevas propuestas para la clasificación de los organismos. En 1969, R. H. Whittaker propuso una clasificación de cinco reinos con base principalmente en la estructura celular y la forma en que los organismos obtienen nutrientes de su ambiente. (Aunque por lo general se le acredita a Whittaker, el concepto de cinco reinos en realidad fue propuesto por primera vez en 1949 por T. L. Jahn y F. Jahn en su libro *How to Know the Protozoa*). Whittaker sugirió que los hongos (que incluyen setas, mohos y levaduras) se removieran del reino vegetal y se clasificaran en su propio reino, Fungi. Después de todo, los hongos no son fotosintéticos y deben absorber nutrientes producidos por otros organismos. Los hongos también difieren de las plantas en la composición de sus paredes celulares, en sus estructuras corporales y en sus modos de reproducción. El reino Prokaryotae se estableció para alojar a las bacterias, que son diferentes de todos los demás organismos en que no tienen núcleos distintivos ni otros organelos membranosos y no experimentan división mitótica (vea la figura 4-6).

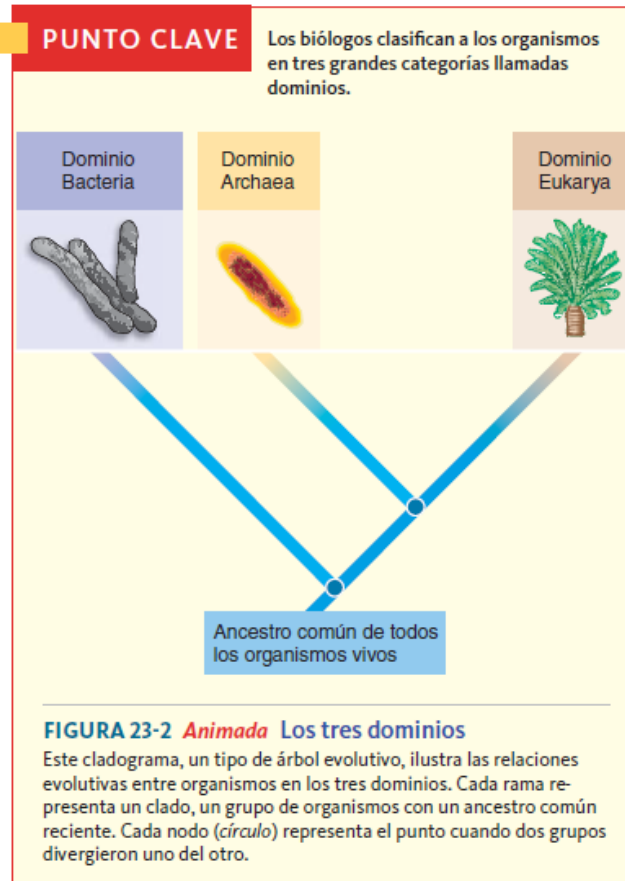
A finales de la década de 1970, Carl Woese, de la Universidad de Illinois, y sus colegas comenzaron a estudiar las relaciones evolutivas entre los organismos al analizar su ARNr 16S. Mediante análisis de secuencias, Woese usó variaciones en esta molécula universal para desafiar la visión largo tiempo sostenida de que todos los procariotas están cercanamente emparentados y son muy parecidos unos a otros. Él demostró que existen dos grupos diferentes de procariotas, arqueas y bacterias. Woese argumentó que los procariotas representan dos de las tres ramas principales de los organismos.

La hipótesis de Woese ganó apoyo en 1996, cuando Carol J. Bult, del Instituto de Investigación Genómica en Rockville, Maryland, reportó en la revista Science que ella y sus colaboradores secuenciaron el genoma completo de una arquea productora de metano, *Methanococcus jannaschii*. Cuando los investigadores compararon las secuencias génicas con las de dos bacterias secuenciadas antes, descubrieron que coincidían menos de la mitad de los genes. La secuencia genética indica que las arqueas tienen una combinación de genes parecidos a los de las bacterias y los eucariotas. Los biólogos han identificado otras importantes diferencias entre bacterias y arqueas. Por ejemplo, las bacterias se caracterizan por la presencia de un compuesto llamado peptidoglicano en sus paredes celulares, mientras que este compuesto no está presente en las arqueas. Con base en evidencia molecular, los biólogos ahora dividen a los procariotas en dos grandes grupos: Bacteria y Archaea.

El reino Protista ha tenido una historia interesante. Los biólogos colocaron la Euglena, junto con otros organismos unicelulares tradicionalmente conocidos como protozoarios, en el reino Protista. En varios momentos también asignaron al reino Protista a las algas (incluidas las formas multicelulares), los oomicetos y los mohos mucilaginosos. En consecuencia, este reino se convirtió en un diverso grupo de organismos eucariotas principalmente unicelulares y acuáticos. Desde hace algunos años, los sistemáticos establecieron que los grupos protista no descendían de un ancestro común reciente. Como estudiará en el capítulo 26, muchos biólogos abandonaron el reino Protista (así como una clasificación de reinos para plantas y animales) y ahora asignan los eucariotas a cinco “supergrupos” con base en datos moleculares.

Los tres dominios forman las tres ramas principales del árbol de la vida

Con base en diferencias moleculares fundamentales entre bacterias, arqueas y eucariotas, los biólogos ahora clasifican a los organismos en tres dominios: Archaea, Bacteria y Eukarya (eucarya) (eucariotas). Los sistemáticos infirieron que los tres dominios son las tres ramas principales del árbol de la vida (FIGURA 23-2). En el capítulo 25 se estudiarán los caracteres que distinguen dichos dominios. Como estudiará en el capítulo 24, los virus son un caso especial y no se clasifican en alguno de los tres dominios.



Algunos biólogos se alejan de las categorías de Linneo. La mayoría de los biólogos ahora clasifican a los organismos en los tres dominios. Algunos siguen clasificando los organismos en reinos: Bacteria, Archaea, Fungi, Plantae y Animalia, pero muchos sistemáticos ya no reconocen el “reino Protista”. (Consulte la TABLA 23-2). En vez de ello, asignan los protistas a varios “supergrupos” que reflejan con más precisión las relaciones evolutivas.

Muchos sistemáticos argumentan que las tradicionales categorías jerárquicas de Linneo son limitantes y no se ajustan bien a los hallazgos recientes. Sostienen que el uso de reinos, clases y otras categorías son problemáticas y que la clasificación que emplea estas categorías debe modificarse con frecuencia conforme los investigadores reúnen más datos. El anterior reino Protista es un buen ejemplo de la necesidad de reevaluar continuamente y cambiar las clasificaciones.

Algunos sistemáticos prefieren clasificar los organismos en clados. Un clado se define como un grupo de organismos que comparten caracteres (características) heredadas de un ancestro común. Dichos sistemáticos prefieren identificar clados y clasificarlos en uno de los tres dominios, en vez de usar el tradicional sistema jerárquico.

Algunos biólogos usan un método de clasificación conocido como linaje poblacional. En este sistema no se requieren categorías taxonómicas. Los defensores del PhyloCode argumentan que este sistema







evita el problema de cambiar los nombres cuando el descubrimiento de nuevas especies requiere modificar las categorías. El sistema también facilita la nomenclatura de los clados uno a la vez conforme se descubren.

En esta oportunidad los organismos se clasifican usando los tres dominios y también se les clasifica usando la taxonomía tradicional. Se recuerda a los lectores con frecuencia que las clasificaciones tradicionales son categorías desarrolladas por conveniencia y que cambian conforme se analizan nuevos datos. Los taxonomistas deben reclasificar a los organismos conforme ajustan las hipótesis acerca de las relaciones entre los organismos.

Los árboles filogenéticos muestran hipótesis de relaciones evolutivas

Los sistemáticos usan árboles filogenéticos para representar de manera gráfica las hipótesis de relaciones evolutivas entre organismos que tienen un ancestro común. En la figura 23-2 se usa un árbol filogenético para ilustrar la relación de los tres dominios y el árbol filogenético de la FIGURA 23-3 ilustra las principales ramas que constituyen cada uno de los tres dominios. Este último es una de las versiones actuales del árbol de la vida.

TABLA 23-2 Dominios y reinos

Dominio	Reino	Características	Papel ecológico y comentarios	
	Bacteria	Procariontes (carecen de núcleo distintivo y otros organelos membranosos), unicelulares, microscópicos, paredes celulares usualmente compuestas de peptidoglicano.	La mayoría son desintegradores, algunos parásitos (y patógenos), algunos autótrofos quimiosintéticos, algunos fotosintéticos, importantes en el reciclaje de nitrógeno y otros elementos, algunos se utilizan en procesos industriales.	
	Archaea	Procariontes, unicelulares, microscópicos, peptidoglicano ausente en paredes celulares, difiere bioquímicamente de las bacterias.	Los metanógenos son anaerobios que habitan drenajes, pantanos y sistemas digestivos animales; halófilos extremos habitan ambientes salinos, termófilos extremos habitan ambientes calurosos, en ocasiones ácidos.	
	Los protistas se clasificaron antes en el reino Protista; ahora se asignan a varios "supergrupos"	Eucariotas, principalmente unicelulares o multicelulares simples.	Los protozoarios son una parte importante del zooplancton. Las algas son productores importantes, especialmente en ecosistemas marinos y de agua dulce, importante fuente de oxígeno. Algunos protistas causan enfermedades, por ejemplo, malaria.	
		Plantae	Eucariotas, multicelulares, fotosintéticos, poseen órganos reproductores multicelulares, alternación de generaciones, paredes celulares de celulosa.	La biosfera terrestre depende de las plantas en su papel como productores primarios, importante fuente de oxígeno en la atmósfera de la Tierra.
		Fungi	Eucariotas, heterótrofos, absorben nutrientes, no realizan fotosíntesis, cuerpo compuesto de hifas con forma de hilo que forman masas enmarañadas que filtran alimento o hábitat, paredes celulares de quitina.	Desintegradores, algunos parásitos (y patógenos), algunos forman importantes relaciones simbióticas con raíces de plantas (micorrizas) o algas (líquenes), algunos se utilizan como alimento, la levadura se usa en la elaboración de pan y bebidas alcohólicas; algunos se usan para fabricar químicos industriales o antibióticos, responsables de gran parte de la putrefacción y la pérdida de cultivos.
	Animalia	Eucariotas, heterótrofos multicelulares, muchos presentan diferenciación tisular y sistemas orgánicos complejos, la mayoría pueden moverse mediante contracción muscular, tejido nervioso coordina respuestas a los estímulos.	Consumidores; algunos especializados como herbívoros, carnívoros o comedores de detritos.	

*Para otro enfoque de la clasificación de los eukarya consulte la figura 23-3.

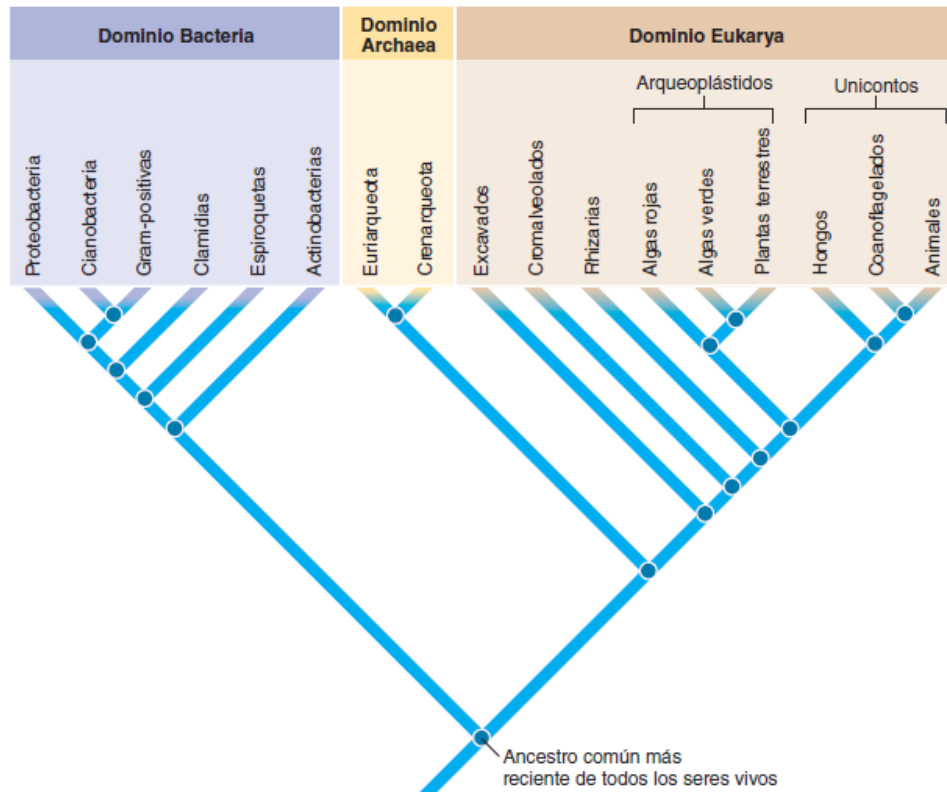


FIGURA 23-3 El árbol de la vida, una obra en progreso

Aquí se muestran algunas de las principales ramas de cada uno de los tres dominios. Conforme se analicen nuevos datos, cambiarán las relaciones de algunas de las ramas.

El tipo de árbol filogenético que se usa en este libro se llama cladograma. Cada rama de un cladograma representa un clado, un grupo de organismos con un ancestro común. Cada punto de ramificación, conocido como nodo (ilustrado mediante un círculo), representa la divergencia, o división, de dos o más grupos nuevos de un ancestro común. Por tanto, el nodo representa el ancestro común más reciente de cada clado mostrado por las ramas. De esta forma, un cladograma usa las posiciones de los puntos de ramificación para ilustrar la relación evolutiva hipotética entre taxones. Cada rama representa una o más características compartidas por el clado, pero que no se encuentran en los ancestros del clado. Estas características compartidas pueden indicarse mediante etiquetas o por barras a través de las ramas.

Los cladogramas están enraizados si se conoce al ancestro común más reciente. La raíz, o nodo en la base del cladograma, representa al ancestro común más reciente de todos los clados mostrados en el árbol.

Aunque un cladograma representa las relaciones evolutivas de cada grupo a lo largo del tiempo, las longitudes de las ramas no indican cuándo evolucionó una especie particular. Otros tipos de árboles filogenéticos, por ejemplo, los filogramas, pueden construirse para indicar el tiempo, o la rapidez de

evolución, así como para indicar las relaciones entre taxones. En un filograma, la longitud de las ramas es proporcional a la cantidad de cambio inferido en las características.

Los sistemáticos todavía consideran otras hipótesis

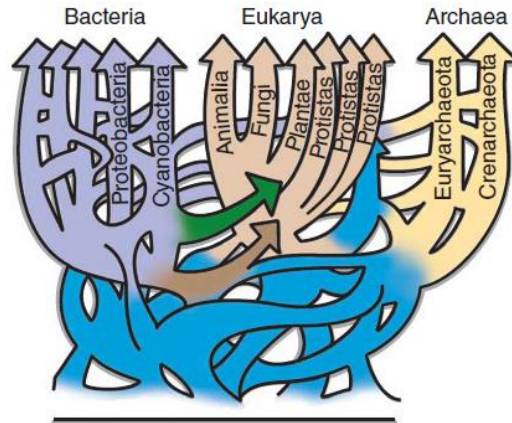
Cuando se piensa en cómo los organismos adquieren sus genes, se piensa en la transferencia genética vertical en la que los genes se transmiten del progenitor a la descendencia dentro de la misma especie. Conforme los biólogos investigaban el origen y las relaciones de los dominios, descubrieron que la evolución no siempre es lineal. Durante el curso de la evolución los genes no sólo se transmitieron “verticalmente” de una generación a la siguiente, sino que también se intercambiaron de manera lateral. Dicho intercambio genético entre organismos en un taxón y organismos no relacionados en otro taxón se conoce como transferencia genética horizontal o transferencia genética lateral. En este proceso los genes se mueven de una especie a otra en la misma generación.

La transferencia genética horizontal puede ocurrir de varias maneras, ya sea por intercambio de ADN entre diferentes poblaciones o especies de bacterias, o por cruce entre grupos cercanamente emparentados. En eucariotas la transferencia genética horizontal ha ocurrido por endosimbiosis, un proceso en el que un organismo vive dentro de la célula de otro organismo y los dos se convierten en uno solo que es funcional. De hecho, es muy probable que las células eucariotas evolucionaran a partir de células procariotas que vivieron de manera simbiótica una dentro de otra. Recuerde que el origen de mitocondrias y cloroplastos se considera ocurrió a partir de procariotas que vivieron como endosimbiontes dentro de otras células.

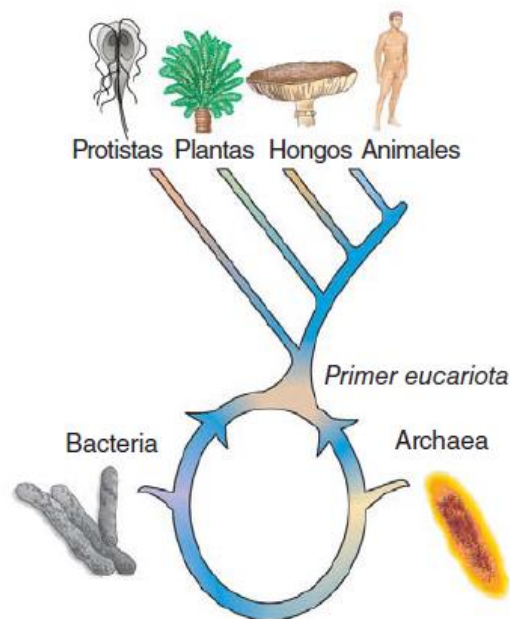
Con base en lo que se sabe ahora acerca de la transferencia genética horizontal, algunos sistemáticos argumentan que el ancestro común de todos los seres vivos pudo ser una comunidad de especies que intercambiaron sus genes. Algunos sistemáticos sugieren que no hay un árbol de la vida simple y han propuesto hipótesis alternativas. Un grupo plantea la hipótesis de un arbusto complejo con muchas ramas interconectadas (FIGURA 23-4a). Investigadores de la Universidad de California en Los Ángeles propusieron recientemente otro enfoque: que el árbol de la vida en realidad puede ser un anillo de vida (FIGURA 23-4b). Estos sistemáticos proponen la hipótesis, con base en su análisis de cientos de genes, de que la transferencia genética horizontal entre bacterias y arqueas dio origen a los eucariotas. La transferencia genética horizontal parece ser un proceso continuo entre los miembros de los tres dominios.

La evolución de la sistemática refleja el proceso creativo y dinámico de la ciencia. Los sistemáticos son muy sensibles a los datos nuevos y, en consecuencia, la clasificación de los organismos en todos los niveles es un proceso siempre cambiante. Aunque muchos biólogos se alejan de un sistema

jerárquico, algunos sugieren agregar nuevos grupos de modo que el enfoque clásico se actualice con los nuevos hallazgos. Cualquiera que sea el enfoque empleado, la meta de la sistemática es basar la clasificación en el cambio y las relaciones evolutivas.



(a) El enfoque de tres dominios se dibujó para mostrar transferencia genética horizontal como un proceso continuo entre dominios y también entre grupos dentro de cada dominio. Sólo se etiquetan algunas de las ramas. La flecha café diagonal representa endosimbiosis mitocondrial; la flecha verde diagonal representa endosimbiosis de cloroplasto.



(b) El anillo de la vida se basa en la hipótesis de que la transferencia genética lateral entre bacterias y arqueas dio origen a los eucariotas.

FIGURA 23-4 Otras maneras de representar el árbol de la vida
 (Inciso a con base en Doolittle, W. F., *Science*, vol. 284, pp. 2124–2128, 1999;
 inciso b con base en Rivera M. C. y J. A. Lake. *Nature*, vol. 431, pp. 152-155,
 9 de septiembre de 2004.)