

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL
Secretaría Académica
Dirección de Articulación, Ingreso y Permanencia
Año 2015



Biología

Conceptos básicos

Unidad 4. La célula

Ana María Gagneten / Alba Imhof / María del Rocío Marini / Juan Marcelo Zabala
Pablo Tomas / Patricia Amavet / Laura Ravera / Nora Ojea

4.1. La célula y los seres vivos. La Teoría Celular

Cuando uno decide estudiar la estructura y función de los seres vivos tal como se encuentran en la naturaleza lo primero que experimenta es desconcierto debido a su complejidad y riqueza. Se cree que existen actualmente millones de especies que el ser humano no ha descubierto. Sin embargo, cuando estudiamos los diferentes niveles de organización, encontramos características comunes entre seres vivos diferentes.

Nos damos cuenta de que muchos tejidos y órganos son comunes en la rata y en los humanos, o que los componentes químicos de las células en la diversidad de seres vivos son similares.

Actividad

Este es un buen momento para repasar en el capítulo “Introducción a la biología” las características más importantes de los seres vivos y sus niveles de organización.

Como también vimos en la Unidad 2, el 95 % de las células de cualquier ser vivo –por ejemplo de un ser humano, de una planta de maíz o de una bacteria– está constituido principalmente por Oxígeno, Carbono, Hidrógeno y Nitrógeno.

En la Tabla 1 puedes ver además que el tipo y proporción de moléculas presentes en las células de todos los seres vivos son semejantes.

Porcentaje del peso total celular		
Componente	Bacteria - E. coli	Célula de un mamífero
agua	70	70
proteínas	15	18
ARN	6	1,1
ADN	1	0,25
lípidos	2	5
carbohidratos	2	2

Tabla 1. Composición química de la célula de un mamífero y de una célula bacteriana (adaptado de Alberts *et. al.* 2004).

No es raro que a medida que descendemos en el análisis de los niveles de organización nos detengamos en las células, ya que como se vio en la Unidad 1 ésta es el menor nivel de organización que presenta todas las características de los seres vivos.

Cultivos celulares. Las células animales y vegetales se cultivan en frascos especiales de vidrio o plástico, que contienen medio nutritivo líquido o semisólido para que las células crezcan e incluso se dividan dando origen a otras. En la actualidad es una técnica muy difundida y con muchas aplicaciones prácticas. Por ejemplo, la *ingeniería de tejidos* humanos involucra, solamente en Europa, a más de 100 empresas. Éstas se dedican al aislamiento de células, su cultivo y la generación a partir de ellas de tejidos como piel y cartílago con el objetivo de utilizarlos en injertos y trasplantes para regenerar o sustituir tejidos muertos en seres humanos.

Por ejemplo, la célula es la estructura más pequeña de los seres pluricelulares que puede crecer en forma independiente. A partir de su descubrimiento los científicos intentaron aislarlas y cultivarlas. Luego de varios intentos, el primer cultivo celular fuera de un organismo vivo lo realizó R. Harrison en 1905, quien aisló trozos de tejidos del embrión de rana, específicamente la parte del tejido que origina el cerebro y la médula. Las células crecieron durante varios días y se convirtieron en células nerviosas.

¿Cómo se presentan las células en los seres vivos?

Gran parte de los seres vivos presenta un grado de organización celular, conocidos como *organismos unicelulares*. La

morfología, tamaño, formas de nutrición y otras características permiten ubicarlos en los reinos Monera y Protista, según Whittaker.

De esta manera, cuando estudiemos un organismo unicelular completo, lo que estaremos estudiando es una célula.

Otros organismos, con un grado de organización más compleja pueden formar agregados multicelulares (muchos individuos juntos) denominados *colonias*. Dentro de este grupo podemos mencionar a diferentes tipos de algas pertenecientes al Reino Protista.

Por otro lado, existen seres vivos con organización pluricelular que se ubican en los reinos Animalia, Plantae y Fungi. En estos organismos existe una acción coordinada y simultánea de muchas células (millones en el caso de animales y vegetales superiores). Éstas se agrupan según su estructura y función en *tipos celulares*, los que a su vez se agrupan en tejidos, órganos y sistemas de órganos.

Un árbol adulto está formado por ¡¡60 billones de células!!, y existen aproximadamente 50 tipos celulares distintos. En animales superiores existen aproximadamente 200 tipos celulares. En estos organismos la célula constituye el menor nivel de estudio considerando todas las características de un ser vivo.

¿Cómo se fueron desarrollando los conocimientos científicos que determinaron el papel fundamental de las células en los seres vivos?

H *Hagamos un poco de historia...*

La historia del desarrollo de la teoría celular es un ejemplo muy interesante de cómo se construye el conocimiento científico.

Como has leído en la Unidad 1, los científicos dedicados al estudio de un determinado tema hacen interpretaciones de sus experimentos y también de los que realizan sus colegas. Con nuevos experimentos surgen diversas teorías y llega un momento en que la comunidad científica confirma y acepta alguna de ellas.

El avance del conocimiento científico permite en algunos casos introducir nuevos postulados en la teoría o modificar los preexistentes.

En particular para el desarrollo de la teoría celular, algunos de los primeros exploradores del mundo microscópico fueron Malpighi (1628-1694), Greew (1641-1712) y Hooke (1635-1703) en el siglo XVII y XVIII, muchos de los cuales construían sus propios microscopios.

Ellos identificaron una especie de celdillas o cámaras en diversos tejidos animales y vegetales. En la misma época Leewenhoek (1632-1723), con un microscopio que él mismo construyó, observó numerosos preparados biológicos (desde agua de estanque hasta el sarro de los dientes) en donde descubrió seres microscópicos a los que denominó animáculos.

Leewenhoek estaba viendo microorganismos como bacterias y protozoos, ¡hasta ese momento desconocidos!

Muchos científicos de esa época coincidían en que las estructuras que observaban con ayuda de los microscopios, eran esenciales para el crecimiento y desarrollo de los seres vivos. Sin embargo, otros como Bichat (1771-1802) y Cuvier (1769-1832) estaban en contra del uso de los mismos ya que, a su criterio, brindaban representaciones distorsionadas de la realidad. Por otro lado, afirmaban que los tejidos eran la unidad estructural y funcional de los seres vivos.

El alcornoque y el origen de la palabra célula. Una mañana de 1666 Robert Hooke decidió realizar un fino corte con su navaja en la corteza de un árbol llamado alcornoque (*Quercus suber*) de la que se extrae el corcho. Al observar con el microscopio vio una estructura porosa compuesta por numerosas “celdillas”. Lo que en realidad estaba viendo eran células muertas. La corteza exterior del tronco del alcornoque está compuesta por un tejido denominado súber o corcho formado por células muertas, que solamente han conservado su pared celular. Esto le da la apariencia de celdilla o cámara, de lo que surgió el nombre en latín “*cellulae*” que luego derivó en el nombre actual “célula” (Figura 1).

Durante el siglo XIX se construyeron mejores microscopios y se desarrollaron nuevas técnicas de coloración de los preparados, lo que permitió realizar observaciones cada vez más precisas de las células. Mediante el uso de colorantes especiales, en 1831, Brown (1773-1858) pudo distinguir en el interior de células de diferentes organismos un punto oscuro, el núcleo (diminutivo de *nux*, nuez).

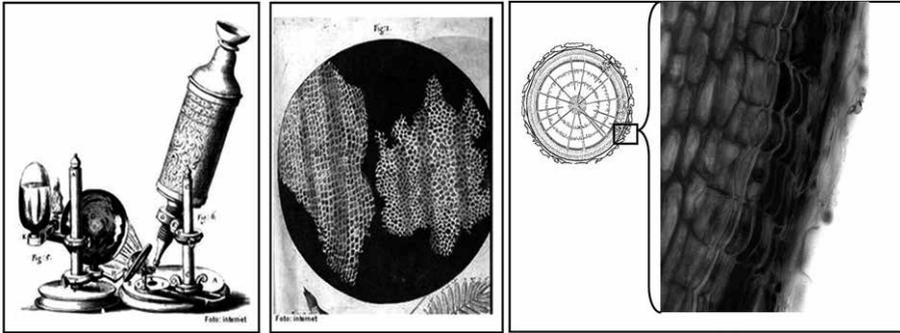


Figura 1. A la izquierda el microscopio utilizado por Hooke para realizar sus observaciones. En el centro un dibujo realizado por el científico de un corte longitudinal de la corteza donde se ven las células muertas del súber. A la derecha una fotografía de un corte transversal de la corteza de un árbol observado con un microscopio compuesto actual. En la zona externa más oscura se observan las células muertas con una pared engrosada que componen el súber o corcho.

(Modificado de <http://botanika.biologija.org/slike/splbot/splbot-plakati-rastlin.html> y <http://sectic.ujaen.es/atlas/talotilo/talotilo100x.htm>).

En 1839 Schwann (1810-1882) –zoólogo– y Schleiden (1804-1881) –botánico– reinterpretaron todos los conocimientos que existían sobre las células y, en base a sus propios estudios desarrollan la Teoría Celular. En ella postulaban que todos los animales y vegetales están compuestos por células.

En palabras de Schwann: “Durante su desarrollo, las células [de cartílago animal] también manifiestan fenómenos análogos a los de los vegetales. La membrana celular, los contenidos celulares, los núcleos en los animales son análogos a las partes que tienen nombre semejante en las plantas”.

Ferdinand Cohn (1828-1898) afirmó que no sólo los animales y vegetales están formados por células sino que los microorganismos tienen estructuras similares a células.

Virchow (1821-1902), en un libro publicado en 1855, basado en experimentos propios y de otros investigadores sobre división celular, propuso que todas las células provienen de otras células. Pasteur (1822-1895) realizó experimentos fundamentales que demuestran que los organismos unicelulares también se generan a partir de otros preexistentes.

Brucke (1819-1892) y Schultz a mediados del siglo XIX, destacan la importancia de los “jugos celulares” en el funcionamiento de los seres vivos. Se confirma que las células no son solamente la unidad estructural sino también funcional de los seres vivos.

Los avances realizados en la Biología molecular desde 1950 en adelante permitieron determinar que todas las células poseen información para su funcionamiento contenida en el ADN, el cual se transmite de una célula a otra en la división celular.

 *Actividad*

Descubre en el texto anterior los cuatro enunciados actuales de la teoría celular y escríbelos en forma de postulados. Será de mucha utilidad la Figura 4.

4.2. Definiciones de célula

En los párrafos anteriores hemos determinado algunas características comunes de las células, por lo que vamos a tratar de relacionar esos conceptos proponiendo diferentes definiciones. Hablamos de más de una definición porque en los libros de texto existen diferentes enunciados que tratan de definir a la célula; algunos son simples y otros más complejos pero todos hacen hincapié en diferentes características celulares. Algunos de ellos son:

- “fábrica química que toma moléculas del exterior y mediante reacciones químicas las rompe, reacomoda y recombina para formar otras moléculas que se ajusten a sus necesidades”;
- “vehículo a través del cual se transmite la información hereditaria (ADN) que define cada especie. Además, determinada por esta misma información, la célula contiene la maquinaria necesaria para obtener materiales del ambiente y generar una nueva célula a su imagen que contendrá una nueva copia de la información hereditaria”;
- “sistema de menor complejidad que realiza todas las funciones características de los seres vivos. Sus componentes se relacionan funcionalmente con el objetivo de mantener a la célula viva y reproducirla. Además, es un sistema abierto ya que tiene una estrecha relación con el ambiente que la rodea, responde a estímulos generados por éste y realiza un intercambio constante de moléculas”.

 *Actividad*

Relee las diferentes definiciones de célula mencionadas anteriormente. Identifica en cada una de ellas diferentes características celulares.

4.3. Tamaño celular

La mayoría de las células son microscópicas, con diámetros entre 10 y 100 micrones para células típicas animales o vegetales o entre 1 y 10 micrones para las bacterias (Figura 2).

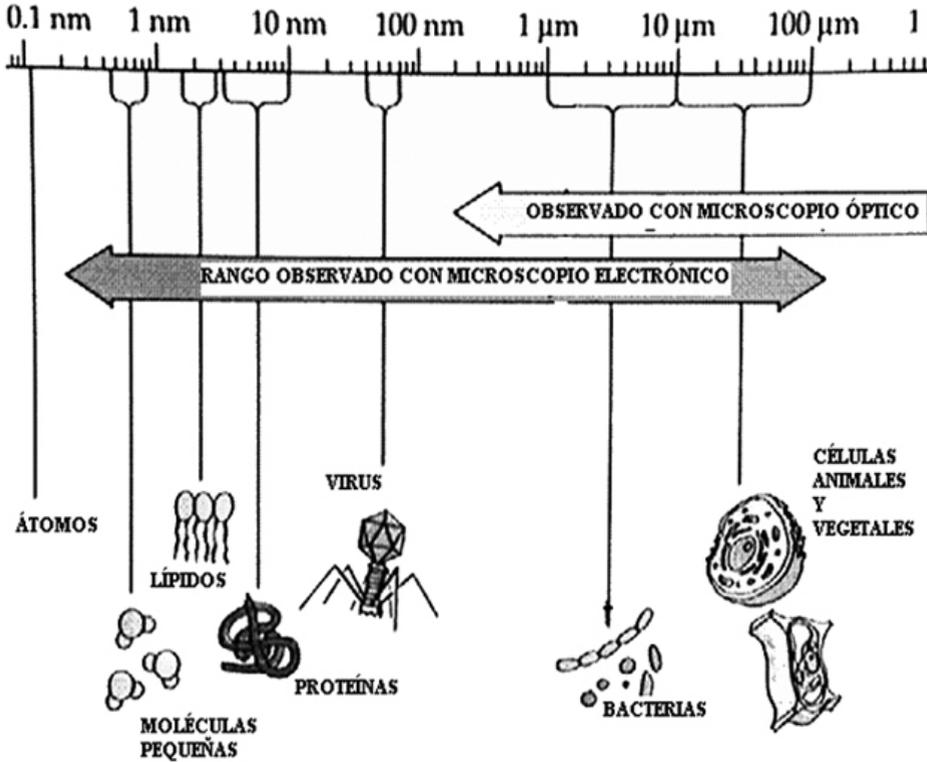


Figura 2. Diferentes tamaños de moléculas, virus y de células de los seres vivos.

La cabeza de un espermatozoide (célula gamética) tiene un diámetro de 5 micrones, y se estima que los espermatozoides necesarios para generar a la humanidad entera cabrían en una cuchara. Por otro lado, existen células mucho más grandes, como el óvulo humano con un diámetro de 0,1 mm o la yema del huevo de un avestruz, con 8 cm de diámetro. Otras excepciones son las prolongaciones de las células nerviosas (neuronas), que llegan hasta un metro.

¿Por qué las células en general son microscópicas (o sea, su tamaño es menor que la resolución del ojo humano)?

¿Por qué en vez de estar formado por 60 billones de células, un árbol adulto no está conformado por pocas células más grandes?

Debe existir alguna ventaja para tener ese tamaño.

Para dar respuestas a estas preguntas debemos pedir el auxilio de la geometría.

Veamos...

Podemos pensar a la célula como un cubo, a medida que el cubo se achica la relación superficie-volumen aumenta. Cabe aclarar que esta misma relación podríamos establecerla también pensando a la célula como una esfera, pero el cubo facilita la interpretación de la relación superficie-volumen.

Analicemos esta relación a nivel celular..

La superficie del cubo representa la membrana de la célula, la cual cumple funciones importantes como la incorporación de alimento celular y la eliminación de desechos. El volumen representa al citoplasma, el lugar donde se realizan todas las funciones metabólicas.

Si el tamaño celular aumenta, el volumen aumenta (Figura 3). O sea que el metabolismo se incrementa, ya que necesitamos mayor cantidad de moléculas para mantener el funcionamiento celular. Esto trae aparejado la necesidad de que entren mayor número de moléculas de alimento del exterior y se excreten mayor número de moléculas de desechos. A pesar de que con células más grandes la superficie celular también aumenta, lo hace en menor medida que el volumen. Una célula de mayor tamaño tiene menor cantidad de membrana para realizar mayor intercambio.

La Figura 3 muestra una representación esquemática y a escala de 8 células de 2 cm de lado y una de 4 cm de lado. Tanto las 8 células de 2 cm como la de 4 cm tienen el mismo volumen, 64 cm^3 . Pero la superficie es de 192 y 96 cm^2 respectivamente. La relación superficie volumen es mayor en el grupo de células más pequeñas.

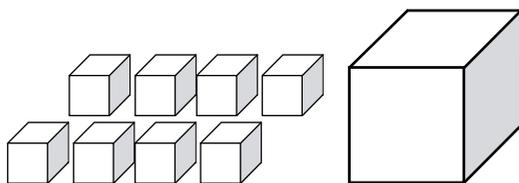


Figura 3. Relación superficie/volumen en un cubo (Adaptado de Curtis et ál., 2000).

Como conclusión podríamos afirmar que:

- las células al ser microscópicas tienen una mayor relación superficie-volumen, por lo que son más eficientes en la incorporación de alimentos y en la eliminación de desechos y,

- la célula al ser microscópica no sólo tiene mayor proporción de membrana sino también menor cantidad de materia viva que mantener y menores distancias internas a recorrer por las moléculas.

S Para saber más...

Las células en los seres vivos poseen características comunes (Figura 4). Por otro lado, todos los aspectos relacionados con el funcionamiento de los seres vivos, por ejemplo las enfermedades, tienen una base celular. Por eso el estudio de la estructura y funcionamiento de las células es la base para la comprensión de fenómenos biológicos comunes y no comunes en los seres vivos.

Un ejemplo interesante es el mecanismo de acción de los antibióticos. Para el tratamiento de enfermedades causadas por microorganismos (por ejemplo neumonía) se utilizan medicamentos denominados antibióticos, que destruyen a los microorganismos de diversas maneras, por ejemplo degradando su membrana celular. Pero los antibióticos son muy específicos, o sea que reconocen la membrana del microorganismo y luego la degradan. De otra manera destruirían también nuestras células.

A continuación veremos que si bien todas las células presentan una membrana celular, existen diferencias de composición química entre diferentes tipos celulares, lo que explica cómo los antibióticos reconocen diferentes tipos de membranas.

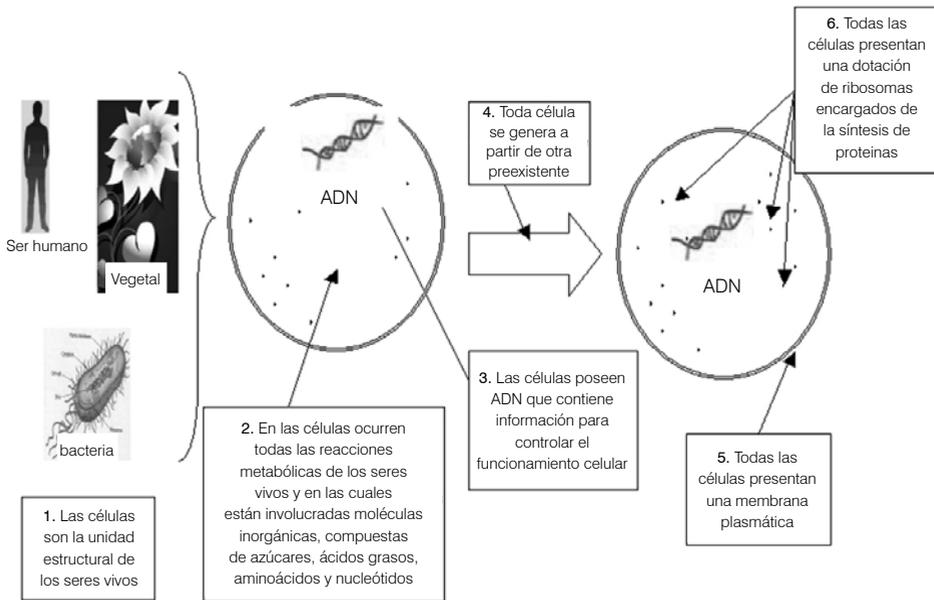


Figura 4. Características comunes de las células en los seres vivos.

4.4. Componentes celulares

Las partes principales de todas las células son la *membrana celular o plasmática*, y el compartimiento que ésta encierra, denominado *citoplasma*, el cual contiene el *materia hereditario* (ADN).

4.4.1. La membrana celular o plasmática

El límite externo que posee la célula es la membrana plasmática. Ésta tiene dos funciones básicas:

- recibir señales provenientes del ambiente o de otras células vecinas. Las células interpretan estas señales de diversas maneras, por ejemplo como un aviso de que debe cambiar su funcionamiento;
- ser barrera selectiva de sustancias, permitiendo concentrar aquellas que necesita la célula para su metabolismo y eliminar los desechos del mismo.

Como hemos visto en la Unidad 2, en todos los seres vivos las membranas se componen de una fina bicapa de lípidos con proteínas incluidas en la misma. Los lípidos más abundantes son los fosfolípidos, mientras que las proteínas de membrana son muy diversas.



Actividad

Relee acerca de los compuestos orgánicos estudiados en la Unidad 2. Ya puedes mencionar cuál es la composición de la membrana plasmática. Efectúa un listado de esos componentes.



Recuperemos y relacionemos conceptos ya aprendidos en la Unidad 2 cuando trabajamos con los fosfolípidos... ¿Por qué fue importante conocer de ellos?

Veamos...

Todos los *lípidos* que forman parte de las membranas tienen una propiedad muy importante. Son moléculas anfipáticas, esto es tienen una parte hidrofóbica (insoluble en agua) y otra hidrofílica (soluble en ésta).

Cuando estas moléculas se colocan en agua se agregan espontáneamente en una bicapa molecular ordenando sus partes hidrofílicas de manera que estén expuestas al agua, mientras que las partes hidrofóbicas se mantienen en contacto entre ellas y alejadas de aquélla (Figura 5).

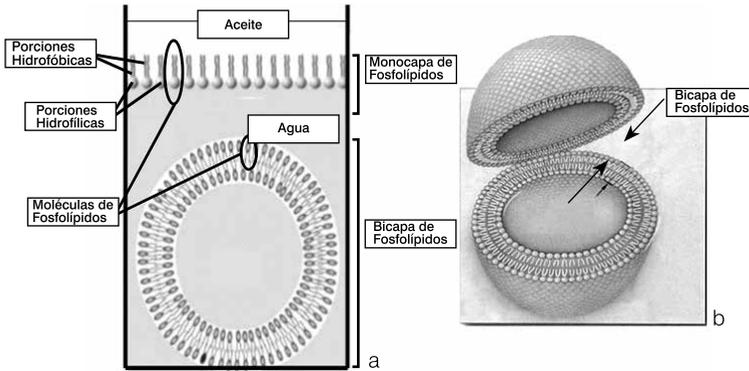


Figura 5. a) formación de membranas por moléculas de fosfolípidos. En un recipiente con agua y aceite, en la interfase aceite-agua se forma una monocapa de fosfolípidos con la porción hidrofóbica dispuesta hacia el aceite. Cuando se sumergen moléculas de fosfolípidos en agua se agregan formando una bicapa; b) modelo tridimensional de una membrana biológica.

La bicapa lipídica, debido a su interior hidrofóbico, es altamente impermeable a moléculas polares grandes (hidrosolubles).

Las moléculas pequeñas (por ejemplo CO_2 y O_2) se desplazan hacia el interior celular a través del fenómeno de *difusión*.

Aclaremos que son moléculas polares grandes ya que las de agua son moléculas polares pequeñas que difunden sin problemas a través de la membrana. Los iones y otras moléculas hidrosolubles de mayor tamaño se mueven a través de la membrana gracias a las proteínas de transporte.

Las *proteínas* de la membrana plasmática representan, en promedio, el 50 % de su masa.

Como ya hemos visto, tienen tres funciones básicas:

- a) receptoras de señales;
- b) enzimas;
- c) proteínas de transporte.

Estas últimas son las más diversas y las encargadas de transportar en forma específica moléculas a través de la membrana. Cada una de ellas se especializa en una molécula o un ión específico, o un grupo de moléculas o iones, de ahí su diversidad. Es importante mencionar que el transporte de sustancias a través de las proteínas puede ser de dos tipos, con o sin gasto de energía.

Si bien en la unidad 2 ya lo mencionamos, es importante retomar el concepto de *Modelo de Mosaico Fluido* cuando hablamos de membranas biológicas:

Se lo denomina *modelo en mosaico* (Ver Figura 6) por la forma en que se disponen los lípidos junto con las proteínas.

Por otro lado, se denomina *fluido* debido a que, a pesar de que la bicapa de lípidos es estable, es una estructura fluida que permite movimientos de sus componentes, fundamentales para el funcionamiento de la membrana.

Pero los fosfolípidos y las proteínas no son los únicos componentes de las membranas. En las membranas de muchos seres vivos existen cantidades importantes de carbohidratos (unidos a lípidos y proteínas) y de otros lípidos como el colesterol o la esfingomielina.

El colesterol, particularmente, es muy abundante.

Su función es favorecer la estabilidad mecánica de la membrana y reducir la permeabilidad a pequeñas moléculas.

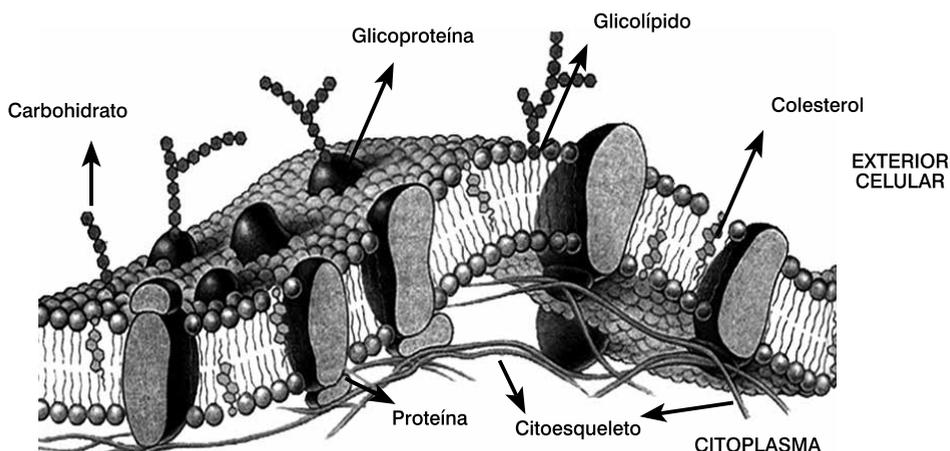


Figura 6. Modelo de mosaico fluido de la membrana plasmática.

4.4.2. El citoplasma

El citoplasma (o matriz citoplasmática) es el compartimiento que se encuentra por dentro de la membrana plasmática. Consiste en una sustancia acuosa en la que se encuentran inmersas diversas moléculas y complejos de macromoléculas, así como diferentes tipos de organelas.

Un complejo de macromoléculas que todas las células poseen son los ribosomas, estructuras formadas por ácido ribonucleico (ARN) y proteínas. El ARN que forma parte de los ribosomas se denomina ARN ribosómico o ARNr. Los ribosomas se encuentran en gran número y son los encargados de realizar la síntesis de las proteínas que

necesita la célula. En el siguiente bloque temático abordaremos en detalle las características del citoplasma y sus componentes en diversos seres vivos.

4.4.3. Material hereditario

El ADN es la molécula que contiene la información esencial para dirigir la vida de la célula.

Actividad

Es conveniente que recuperes la información sobre la composición química del ADN brindada en la Unidad 2: La química de la vida, a los efectos de ir afianzando conceptos centrales.

Proyecto Genoma Humano. Es un proyecto conjunto de laboratorios de varios países con el objetivo de conocer la secuencia exacta de nucleótidos del ADN de los seres humanos y por ende de los genes que contiene. El primer gran logro se publicó en el año 2001 y fue la determinación de la secuencia completa del genoma humano. Éste es el primer paso para encontrar los genes contenidos en él, con el fin último de conocer en detalle toda la información contenida en el ADN.

A la molécula de ADN se la denomina material hereditario y a la información contenida información hereditaria, ya que es transmitida de generación en generación. Como veremos en la próxima unidad, se transmite tanto de célula a célula en el proceso de división celular como de padres a hijos a través de las *gametas*.

Definamos ahora algunos conceptos relacionados con el ADN...

El término *genoma* refiere a toda la información contenida en el ADN de la célula. A la unidad de información se la denomina *gen*, y es un segmento de ADN

con una secuencia particular de nucleótidos. En el ítem “Información hereditaria: ¿información para qué?...” determinaremos para qué utiliza la célula la información contenida en el ADN.

Actividad

La información presente en dos seres vivos es diferente, ya que sus genes son diferentes. La diferencia entre dos genes está dada por la secuencia de nucleótidos que posee.

Revisa la estructura primaria del ADN de la Unidad 2 y determina qué componente de los nucleótidos varía cuando dos secuencias de ADN son distintos ¿los azúcares, las bases o el ácido fosfórico?

4.5. Tipos celulares: célula procariota y eucariota

Como vimos anteriormente el ADN es la molécula que utilizan todas las células para almacenar la información hereditaria. Sin embargo, existen diferencias en cuanto a la forma en que organizan el ADN, lo que permite clasificarlas en dos grandes grupos: *células procariotas* y *eucariotas*. Tan importante ha sido esta diferenciación que fue utilizada para la clasificación de los seres vivos en dominios y reinos.

Las *células procariotas*, presentes en el Reino Monera (bacterias), tienen el ADN libre en el citoplasma en una zona denominada nucleoide.

Veamos las características estructurales correspondientes al tipo celular procariota:

- *Pared celular*: presentan una cubierta de protección denominada pared celular, que es rígida y está compuesta de un polímero complejo de aminoazúcares (llamado peptidoglucano o mureína).

- *Membrana celular*: poseen una membrana plasmática de estructura semejante a la de las eucariotas pero con diferencias en cuanto al tipo de lípidos y proteínas que forman parte de la misma. Por ejemplo, la membrana de las células procariotas carece de colesterol y posee un mayor porcentaje de fosfolípidos.

- *Citoplasma*: en las células procariotas el citoplasma está formado por el citosol (solución acuosa con iones y moléculas disueltas) y los ribosomas.

- *Material hereditario*: contienen una sola molécula circular de ADN (denominado cromosoma), localizado en el citosol, en una zona denominada zona nuclear o nucleoide, asociado con algunas proteínas que actúan como protección del ADN.

- *ADN extracromosómico*: algunas bacterias también presentan una o varias moléculas de ADN circular de menor tamaño que su cromosoma, denominadas

plásmidos. Contienen información que no es esencial para la vida de la célula; por ejemplo, su información puede codificar proteínas de resistencia a un antibiótico (plásmido R), o proteínas que forman un puente para conjugación con otra bacteria (plásmido F). Los plásmidos son moléculas de ADN muy utilizadas en técnicas de ingeniería genética.

- *Flagelo*: muchos procariotas son móviles y la capacidad para moverse independientemente se debe a una estructura proteica especial denominada flagelo. En mu-

¿La era de las bacterias?

1. Las células procariotas, en comparación con las eucariotas, son mucho más diversas desde el punto de vista bioquímico debido a la enorme cantidad de habitats distintos en donde se encuentra a las bacterias (desde el intestino de un ser humano hasta los afloramientos termales).

2. Los científicos creen que todavía el 99% de las bacterias no ha sido caracterizado, debido a que a muchas de ellas no se las puede hacer crecer en laboratorio con los medios de cultivo convencionales.

chos libros de texto se utiliza el término flagelo solo para las estructuras presentes en las células eucariotas, utilizando en bacterias el término flagelo bacteriano. Son apéndices largos y finos que se encuentran fijos a la célula por uno de sus extremos y libres por el otro extremo. La movilidad permite a la célula alcanzar distintas zonas de su microentorno.

- **Otras estructuras:** algunas bacterias segregan por fuera de la pared polisacáridos que forman una cápsula viscosa. La cápsula sirve por ejemplo como protección contra la desecación. En las bacterias patógenas que poseen cápsula, durante una infección la puede proteger del sistema inmune del organismo.

- **Forma celular:** presentan varias formas, algunas son esféricas (denominada coco) como *Neisseria meningitidis* o *Streptococcus pneumoniae*, causantes de enfermedades; otras tienen formas más alargadas (bacilos) como *Lactobacillus sp.*, bacterias encontradas en productos fermentados como el yogurt, y muy de moda actualmente bajo el nombre de probióticos. Otra bacteria en forma de bacilo es *Escherichia coli*, muy utilizada como especie modelo en estudios sobre bacterias. Otras formas que pueden tener las bacterias son espirilos, espiroquetas, etc. (ver Figura 7).

Cazadores de bacterias. Desde hace varias décadas los científicos han tratado de encontrar bacterias en los lugares más recónditos de la Tierra. Una de ellas, la eubacteria *Thermus aquaticus*, fue encontrada en 1968 por Thomas Brock, de la Universidad de Wisconsin, en fuentes termales del Parque Yellowstone creciendo a temperaturas de 70 °C. Esta bacteria es actualmente utilizada para aislar enzimas que soporten altas temperaturas, una de las cuales (ADN polimerasa) es muy utilizada en biotecnología para el análisis del ADN.

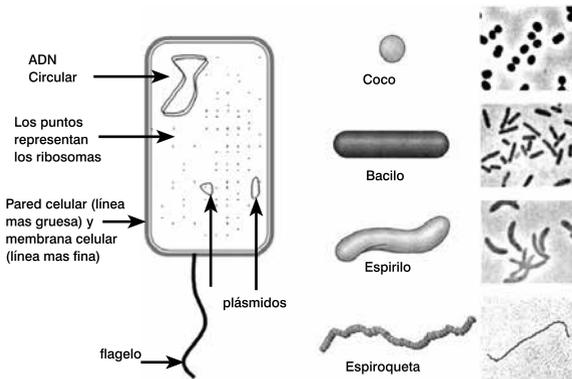


Figura 7. Estructura de una célula procariota (izquierda) y formas de algunas células bacterianas (derecha).

Veamos ahora las células eucariotas...

Las *células eucariotas* (eu: verdadero, carion: núcleo) contienen el ADN separado del resto del citoplasma en un compartimiento membranoso denominado núcleo. La células eucariotas son mucho más grandes que las células procariotas y pueden formar parte de organismos unicelulares (levaduras) o pluricelulares (una palmera o el elefante africano). Otras características que podemos mencionar son:

- *Pared celular*: solamente algunas células eucariotas poseen pared celular, las células de los vegetales, de los hongos y de las algas. Las paredes de las algas y de los vegetales están compuestas principalmente por celulosa, y las de los hongos por quitina. La celulosa no está presente en las células fúngicas, ni la quitina en las vegetales y de las algas. Por otro lado, ninguno de estos compuestos se encuentra en las bacterias;

- *Membrana celular*: la estructura típica de una membrana celular se presenta en la Figura 6. La bicapa lipídica posee colesterol, moléculas ausentes en bacterias. También presentan fosfolípidos no presentes en bacterias como la esfingomielina. En el exterior de las membranas celulares de las eucariotas se encuentran carbohidratos. Estos se encuentran en forma de cadenas de oligonucleótidos unidas a proteínas (glucoproteínas) o lípidos (glucolípidos). La capa de carbohidratos que recubre las membranas celulares recibe el nombre de glucocálix. La función del mismo es proteger a los componentes de la membrana de agresiones físicas o químicas.

- *Citoplasma*: en las células eucariotas el citoplasma está formado por un citoesqueleto y una gran diversidad de estructuras subcelulares denominadas organelas. El citoesqueleto está compuesto por proteínas tubulares que se distribuyen a manera de red o telaraña dentro de la célula, lo que le confiere una estructura determinada. También cumple la función en el movimiento de las células y en el anclaje de las organelas. Cada una de las organelas tiene una función particular en la célula. Todas ellas están formadas por membranas

Excepciones a la regla: algunas células de tejidos animales como el hepático o cartilaginoso pueden ser binucleadas (tienen dos núcleos), otras como los glóbulos rojos en el proceso de diferenciación pierden el núcleo.

El ribosoma es la única organela presente en los procariotas y es la que se encuentra en mayor número en las células de los seres vivos. En las células procariotas son de menor tamaño y se encuentran libres en el citoplasma. En las células eucariotas se los encuentra libres o unidos al retículo endoplasmático, en las mitocondrias y los cloroplastos.

semejantes a la plasmática. Para comprender el funcionamiento de una célula eucariota es necesario conocer qué sucede en cada uno de estos compartimentos (ver Tabla 2). Cada orgánulo contiene una dotación particular de enzimas y otras biomoléculas. Por otro lado todas ellas se encuentran interconectadas funcional y estructuralmente (ver el ítem Relación entre los componentes celulares en eucariotas).

Números que asombran

1. La cantidad total de ADN en una célula somática eucariota es entre 8 y 200 veces superior que la de una célula procariota.
2. En forma lineal, la longitud total del ADN de una célula humana sería aproximadamente de 2 metros. Por este motivo el ADN se encuentra muy condensado dentro de las células.

- *Material hereditario:* contienen una o varias moléculas de ADN lineal, también denominados *cromosomas*. El ADN está estrechamente asociadas a proteínas, diferentes a las que se encuentran en procariontes. La mayor parte de estas proteínas se denominan histonas. El complejo de ADN y proteínas histónicas y no histónicas que componen a los cromosomas eucarióticos se denomina cromatina. La cantidad de ADN presente en el núcleo de una célula eucariota es mayor que la presente en una bacteria.

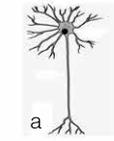
- *ADN extracromosómico:* las células eucariotas poseen ADN extranuclear en dos organelas: las mitocondrias y los cloroplastos. Este ADN contiene información para el funcionamiento de dichas organelas (Figura 9). Estas organelas tienen también sus propios ribosomas semejantes a los de las bacterias.

- *Cilios y flagelos:* algunas células eucariotas presentan movilidad a través de flagelos (de estructura diferente del flagelo bacteriano) o de cilios. Los cilios son estructuras proteicas cortas y delgadas, presentes en gran cantidad en la célula y dispuestos en bandas o hileras. Aparte del movimiento celular participan en el movimiento de sustancias a través de la superficie celular.

- *Otras estructuras:* otros componentes citoplasmáticos típicos de algunas células eucariotas son las vesículas, las cuales cumplen diferentes funciones. Por ejemplo participan en la incorporación de materiales del exterior por un proceso denominado *endocitosis*. Dicho proceso implica la incorporación de material al interior de la célula a través de la formación, en la membrana plasmática, de una vesícula que rodea al material de manera tal que la célula lo pueda incorporar (Figura 10). Un ejemplo de endocitosis es la fagocitosis que realizan los glóbulos blancos, por la cual ingieren y destruyen moléculas extrañas en el organismo.

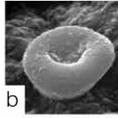
- *Forma celular:* las formas que pueden presentar las células eucariotas son muy variadas y están relacionadas con la función que cumplen. De este modo cada tipo celular tiene una forma característica (Figura 8).

Figura 8. Diferentes formas celulares.

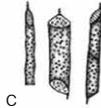


Células animales:

a) neurona.

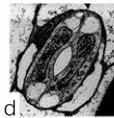


b) glóbulo rojo.



Células vegetales:

c) células en forma de tubo (traqueidas). Se encuentran apiladas y conducen el agua dentro de la planta.



d) estoma, formado por dos células enfrentadas de forma arriñonada. Por el espacio que queda entre ellas entra el CO_2 y sale el O_2 en la fotosíntesis.



e) *Tripanosoma cruzi*, eucariota unicelular causante del mal de Chagas. En la figura se encuentra en la sangre junto a glóbulos rojos. Modificado de Curtis *et al.*, 2000; <http://www.biologia.edu.ar/> y [http://www.iabc.cz/](http://www.iabc.cz;)).

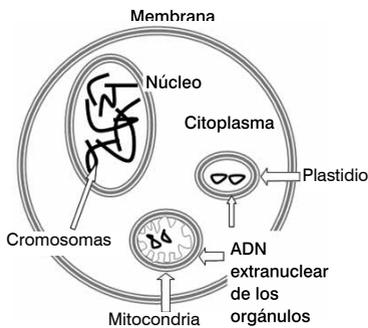


Figura 9. ADN en eucariotas (Modificado de http://www.uc.cl/sw_educ/biologia/bio100/html/portadaMlval2.5.3.html).

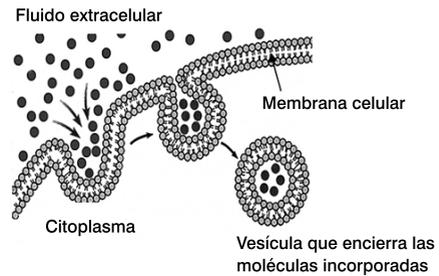


Figura 10. Proceso de endocitosis (Modificado de http://www.uc.cl/sw_educ/biologia/bio100/html/portadaMlval2.5.3.html).

 **Actividad**

Indaga qué tipo de células (eucariota o procariota) presentan los siguientes microorganismos:

- a) *Trypanosoma cruzi*, causante del mal de Chagas;
- b) *Saccharomyces cerevisiae*, utilizado en la elaboración de la cerveza y el pan;
- c) *Saccharomyces ellipsoideus*, utilizada en la elaboración del vino;
- d) *Acetobacter sp.*, utilizado en la elaboración de vinagre;
- e) *Penicilium rocheforti* y *P. camamberti*, utilizados en la elaboración de quesos;
- f) *Vibrio cholerae*, causante del cólera;
- g) *Phakopsora pachyrhizi* y *Phakopsora meibomiae*, causante de la roya de la soja, una enfermedad muy importante de este cultivo en la actualidad.

En la Tabla 2, se resumen las principales características de organelas y componentes celulares presentes en todas las células eucariotas.

Veamos cuáles son.

Organelas y otros elementos citoplasmáticos	Estructura	Función
Membrana celular	Bicapa lipídica que contiene colesterol, fosfolípidos tales como la esfingomielina, y carbohidratos en su parte exterior.	Recibe señales del ambiente externo y es una barrera selectiva de sustancias.
Citoesqueleto	Estructura interna de las células en forma de red compuesta de proteínas filamentosas.	Mantenimiento de la configuración de la célula, fija sus organelas e interviene en la movilidad celular.
Retículo endoplasmático (R.E.)	Sistema extenso de membranas internas que divide el citoplasma en compartimientos y canales. Una parte del mismo está asociado a ribosomas, y se lo denomina RE rugoso. A la otra parte se la denomina RE liso.	En el RE liso se sintetizan lípidos. En el RE rugoso se sintetizan las proteínas. Ambos transportan moléculas dentro de la célula.
Ribosomas	Estructuras no membranosas que se encuentran libres en el citoplasma o unidos al RE rugoso. También se encuentran en las mitocondrias y en cloroplastos de células vegetales.	En ellos se ensamblan aminoácidos para formar proteínas.
Mitocondria	Organelas con doble membrana, la interna muy plegada. Ocupan gran parte del volumen celular interno (aproximadamente el 20%). Contienen ADN y ribosomas. La membrana externa posee proteínas de transporte y en la interna se encuentran proteínas de transporte y todas las enzimas involucradas en la respiración celular.	Respiración celular. Proceso por el cual se produce la energía para el funcionamiento celular a través de la oxidación de los alimentos (Ver Capítulo 3, Metabolismo celular).
Aparato de Golgi	Sacos aplanados rodeados de una membrana simple, que se disponen como "pilas de platos", y que están relacionados entre sí a través de vesículas.	Modificación, clasificación y empaquetamiento de las proteínas destinadas a diferentes lugares, al exterior de la célula o a diferentes compartimientos de la misma.
Lisosomas y Peroxisomas	Orgánulos membranosos (vesículas) que contienen enzimas digestivas.	Degradan orgánulos muertos o macromoléculas y partículas captadas del exterior por endocitosis.
Núcleo	Estructura generalmente redondeada, rodeada por una membrana doble y con poros.	Almacenamiento del material genético.

Organelas y otros elementos citoplasmáticos	Estructura	Función
Nucleolo	Región densa y pequeña, visible en el núcleo de las células eucarióticas que no están en división. Formado por moléculas de ARN ribosómico, proteínas ribosómicas y bucles de ADN.	Transcripción de ARN ribosómico (Ver ítem Información genética ¿Información para qué?)
ADN	Compuesto por ADN asociado a proteínas histónicas y no histónicas. Esta asociación se llama cromatina. Cuando la célula está en proceso de división la cromatina se condensa y forma cromosomas.	Contiene toda la información genética para el funcionamiento de la célula.

Tabla 2. Componentes celulares. Se presentan los componentes y orgánulos celulares con su estructura y función.

4.5.1. Las células eucariotas también se diferencian según sean animales o vegetales

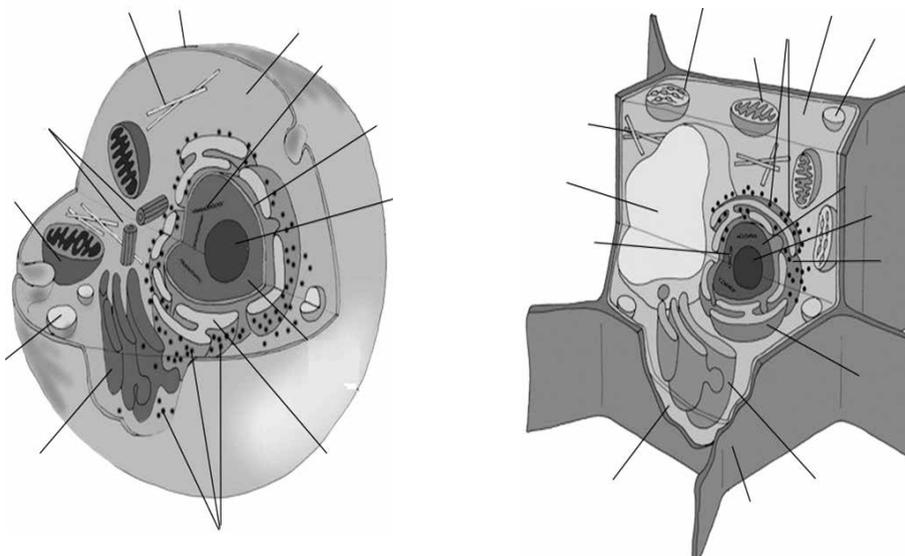


Figura 11. Célula eucariota animal y vegetal.

Actividad

Identifica en los esquemas mudos cada una de las organelas que componen ambos tipos celulares.

Las principales diferencias en estos dos tipos celulares están relacionadas con componentes particulares de cada tipo celular (Figura 11). Éstos son:

- *pared celular*: presente en vegetales, descrita en el punto anterior;

Las vacuolas. Muchas de estas sustancias acumuladas en las vacuolas son recolectadas por los seres humanos para su uso. Por ejemplo, alcaloides (para utilizarlos en medicamentos), el caucho y los aceites esenciales para la fabricación de perfumes.

- *vacuolas:* son típicas de los vegetales. Son vesículas grandes delimitadas por membranas y llenas de fluidos. En general ocupan un gran porcentaje del volumen celular, llegando en algunos tipos celulares como por ejemplo las células meristemáticas al 90 % (contienen muchas vacuolas, pero pequeñas). Almacenan sustancias y participan de la

regulación de la turgencia celular. Una adecuada turgencia celular implica un nivel interno de H₂O adecuado, evitando de esta manera que las plantas sufran estrés por sequía (o sea evitando que se “marchiten”);

- *plastidios:* son estructuras presentes en las células vegetales, limitadas por una membrana doble. Los plastidios acumulan diferentes sustancias y producen diferentes reacciones metabólicas. Todos se generan a partir de las mismas estructuras, los proplastidios, y se diferencian luego en tres tipos básicos: *cromoplastos* (acumulan pigmentos), *leucoplastos* (acumulan almidón, proteínas o lípidos) y *cloroplastos*. Estos últimos son organelas en las cuales se produce el fenómeno de la fotosíntesis. La membrana interna de los cloroplastos está muy plegada y contiene proteínas necesarias para la fotosíntesis. Contienen clorofila, un pigmento que capta la energía solar y que es responsable del color verde en los vegetales (ver Capítulo 3, Metabolismo celular). En algunos libros de texto se presentan como un tipo de cromoplasto, pero debido a la función especial llevada a cabo por los mismos es conveniente tratarlos como un tipo diferente de plastidio. Se encuentran principalmente en células de las hojas. En ellas son muy numerosos (entre 20 y 40 por célula), ocupando aproximadamente el 15 % del volumen celular;

- *centríolos:* son orgánulos exclusivos de las células animales, compuestos por microtúbulos de proteínas. Su función es organizar las fibras del huso acromático en la división celular;

- *plasmodesmos y uniones nexos:* una diferencia importante es la forma en que se comunican las células. A menudo, dentro de un tejido se comprimen fuertemente permitiendo contactos íntimos y directos. Entre las células vegetales, que están separadas unas de otras por paredes celulares, hay canales llamados plasmodesmos, que atraviesan las paredes y conectan directamente los citoplasmas de células contiguas. Los plasmodesmos contienen generalmente extensiones tubulares del retículo endoplásmico. En los tejidos animales, las estructuras que unen las células se denominan uniones nexus y permiten el pasaje de sustancias entre las células. Estas uniones aparecen como enjambres fijos de canales muy pequeños rodeados por una formación ordenada de proteínas.

R Resumiendo...

En las células, si bien se mantiene un patrón básico de estructura, existen diferentes organelas que están relacionados con la función particular de cada tipo celular. Dentro de cada organela su estructura (forma, componentes internos, etc.) está relacionada con la función que cumple dentro de la célula.

 Actividad

Analiza la Tabla N° 2 que describe los componentes celulares de las células eucariotas. Agrega otra columna y describe qué elementos están presentes o ausentes en la célula procariota. Toma como referencia las Figuras 7 y 11.

4.5.2. ¿Un nuevo tipo celular?... las arqueobacterias

Gracias a los avances de la biología molecular los científicos descubrieron numerosos seres vivos antes catalogados como bacterias, con características estructurales y funcionales que hacían imposible clasificarlos como tales. Se las denominó arqueobacterias o arqueas. De este modo las células procariotas pueden ser de dos tipos distintos: las de las bacterias verdaderas o eubacterias, y las de las arqueas.

Si bien la célula de una arqueobacteria es procariota posee características tan particulares que a partir de su descubrimiento se dividió a los seres vivos en los tres dominios actuales, dos con células procariotas (Bacterias y Arqueas) y uno con células eucariotas (Eucaria).

La principal diferencia entre ellos es la composición de los ribosomas, más precisamente de uno de sus componentes. Hemos hablado de estas organelas en párrafos anteriores. Uno de sus componentes es el ARN, denominado ARNr o ribosómico y ha mostrado ser una molécula muy útil para diferenciar los tres dominios. Cada uno de ellos tiene células con distintos ARNr, con diferente cantidad y secuencia de ribonucleótidos. La cantidad y secuencia de ribonucleótidos se mantiene constante en las células de todos los organismos dentro de cada dominio, por este motivo es tan útil para diferenciar a los organismos. Estas diferencias son detectadas por técnicas especiales de biología molecular, no disponibles antes de la década de 1970.

Pyrolobus fumarii es una arqueobacteria que fue encontrada creciendo en afloramientos termales submarinos a 110 °C, y en estudios de laboratorio se comprobó que detiene su crecimiento cuando la temperatura es menor a 90 °C, demasiado frío para ella.

Otras características de las células en las arqueobacterias son:

- *Pared celular*: las paredes celulares no poseen moléculas como el ácido murámico (presente en las bacterias).
- *Membrana celular*: la composición de la membrana celular es diferente. Mientras que en los lípidos de las membranas en las bacterias la unión de los ácidos grasos con el glicerol se realiza por uniones diésteres, en las membranas de las arqueas la unión es de tipo éter.
- *Metabolismo*: el metabolismo relacionado con la obtención de energía es similar al de las eubacterias, pero la maquinaria relacionada con la síntesis de proteínas es semejante a la de las células eucariotas. Las diferencias en la síntesis de proteínas entre procariontes y eucariotas en este libro no serán desarrolladas. En el ítem “Información hereditaria, ¿información para qué?” solamente se brindará un esquema general de la síntesis de proteínas a nivel celular.
- *Habitat*: las arqueobacterias que se encontraron hasta el momento habitan ambientes extremos (pantanos, salinas, afloramientos termales). La primera arqueobacteria fue encontrada en 1970 por Tomas Brock y la denominó *Sulfolobus*. Desde hace millones de años estuvieron allí, pero solamente con las nuevas técnicas de biología molecular fue posible identificarlas.

4.6. Información hereditaria: ¿información para qué?

Luego de haber definido genoma y de describir cómo se encuentra distribuido el ADN en las células, es necesario determinar qué tipo de información contiene el ADN y por qué es tan importante para la vida de la célula.

En primer término debemos reconocer la importancia de las proteínas. Son las moléculas más importantes desde el punto de vista estructural y funcional, como se analizó en la Unidad 2. Tan importantes son para la célula que las organelas responsables de su síntesis son las más abundantes dentro de la misma.

Una célula animal contiene 10 mil millones de moléculas de proteínas, de unos 10.000-20.000 tipos diferentes.

Actividad

Recupera los conceptos relacionados con la estructura y función de las proteínas.

¿Por qué comenzamos el punto 4.6 con las proteínas?

Porque la información contenida en el material hereditario se utiliza para determinar qué proteínas se sintetizarán en los ribosomas.

¿Cómo se encuentra la información en el ADN?

La información está determinada por una secuencia de nucleótidos denominada gen. Esa secuencia es interpretada por la célula como un lenguaje en forma de código, denominado código genético. La secuencia de ADN surge de la unión sin restricción alguna de nucleótidos. La diferencia entre secuencias está dada por las bases nucleotídicas (ADENINA, TIMINA, CITOSINA, GUANINA), ya que el grupo fosfato y la desoxirribosa son componentes comunes. Las bases nucleotídicas son las letras del código genético y la secuencia de un gen es la frase que luego de ser codificada da origen a una proteína.

Las bacterias y arqueas contienen entre 1.000 y 4.000 genes, mientras que las células eucariotas contienen de 7.000 a 30.000 genes. La diferencia se explica por la mayor complejidad de las células eucariotas, las que requieren mayor diversidad y cantidad de proteínas.

¿Cómo se lee el código genético?

En primer término la lectura del código genético requiere el paso a través de un intermediario, una molécula de ácido ribonucleico denominado ARN mensajero (ARNm). Ésta se traslada del núcleo al citoplasma, adonde lleva la información a los ribosomas, para que estos la traduzcan y generen diferentes proteínas. El proceso por el cual se genera el ARNm se denomina transcripción (Figura 13). Es un proceso enzimático, por el cual se sintetiza una molécula de ARN usando como molde una de las cadenas del gen.

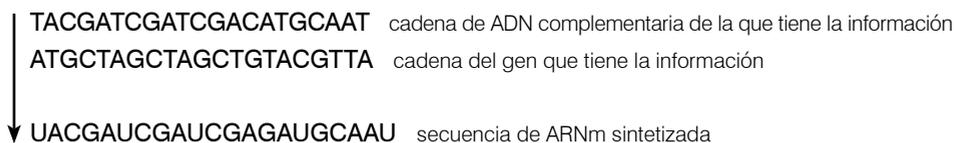


Figura 12. Transcripción del ADN. La síntesis, no podía ser de otra manera, es realizada por una enzima (ARN polimerasa) que, a partir de cierto punto en el gen, va colocando los nucleótidos complementarios de la cadena de ADN para formar una cadena de ARN. Cuando encuentra una adenina (A) agrega un uracilo (U) o cuando encuentra una timina (T) agrega una adenina (A). Una vez sintetizada, toda la molécula de ARNm se desprende y se dirige al ribosoma.

 **Actividad**

Es necesario que recuperes lo estudiado en la Unidad 2 para responder:

- ¿cómo es la estructura básica de las proteínas?;
- ¿qué nucleótidos forman parte del ADN y ARN?;
- ¿a qué se refiere el concepto de complementariedad entre bases?

? Para reflexionar

¿Cómo con una secuencia de sólo cuatro nucleótidos se determinan de los 20 aminoácidos posibles que formarán parte de las proteínas?

La solución que encontraron las formas de vida existentes es fascinante. En el código genético se emplean combinaciones de tres nucleótidos, denominados codones.

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

Código Genético

- 1- Phe, fenilalanina. 2- Leu, leucina. 3- Ile, isoleucina.
- 4- Met, metionina 5- Val, valina. 6- Ser, serina. 7- Pro, prolina. 8- Thr, treonina. 9- Ala, alanina. 10- Tyr, tirosina.
- 11- Stop, codones de paro. 12- His, histidina. 13- Gln, glutamina. 14- Asn, asparagina. 15- Lys, lisina. 16- Asp, ácido aspártico. 17- Glu, ácido glutámico. 18- Cys, cisteína. 19- Trp, triptofano. 20- Arg, arginina. 21- Gly, glicina.

Figura 13. El código genético.

Como vemos en la Figura 13, dos o más codones codifican para un mismo aminoácido. Por ejemplo GCU codifica sólo para alanina, pero GCC, GCA y GCG también codifican para alanina. Pero un codón también puede codificar sólo para un determinado aminoácido.

Como en el metabolismo nada está librado al azar existen algunos codones que no codifican para ningún aminoácido (denominados *codones de paro* o *stop*) y que se utilizan como señal para que la maquinaria de síntesis peptídica finalice el proceso. El código genético se presenta siempre utilizando las bases componentes del ARNm.

¿Cómo se realiza la síntesis de proteínas?

Cuando el ARNm se reúne con el ribosoma, este último lo va recorriendo leyendo los tripletes de bases y uniendo los aminoácidos correspondientes, los que se van ensamblando a medida que el ribosoma recorre el ARNm. El proceso por el cual se decodifica el mensaje contenido en el ARN se denomina traducción (Figuras 14 y 15).

AUG-CAC-AAA-AUA-CCA-CCA-UAA segmento de una cadena de ARNm

Met His Lys Ile Pro Pro señal cadena de 6 aminoácidos codificada de paro

Figura 14. Traducción del ARNm. Los encargados de transportar los aminoácidos hasta el ribosoma son un tipo particular de ARN, denominados transferente o ARNt. Éstos enganchan en uno de los extremos de la molécula los aminoácidos y los transportan al ribosoma. Existe un tipo especial de ARNt para cada aminoácido

Un aspecto importante a tener en cuenta es que tanto los ARN transferentes como el ribosómico son sintetizados a partir de información contenida en genes. Estos genes se transcriben, pero no se traducen. El ARNr se sintetiza en el nucleolo (ver Tabla 2).

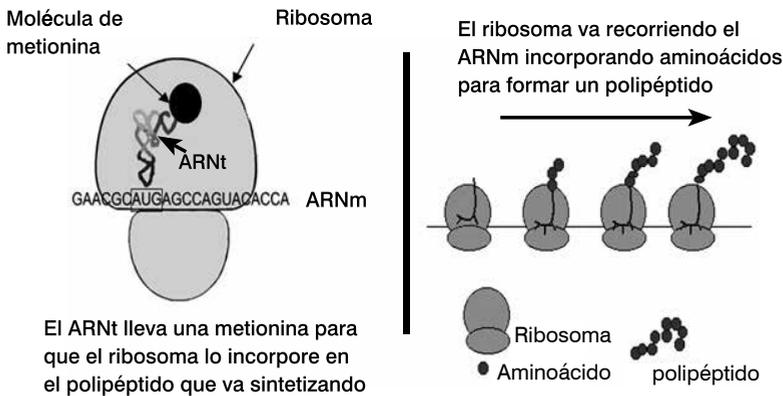


Figura 15. Esquema de la traducción de una cadena de ARNm (modificado de: http://recursos.enice.mec.es/biosfera/profesor/galeria_imagenes/recursos_galeria2.htm)

Alteraciones del material hereditario: el ADN mutante

En el lenguaje coloquial el término mutante es sinónimo de degeneración, monstruosidad o poderes sobrenaturales (por ej. los dibujos animados X-men). Sin embargo, la mutación es el principal proceso que determina la variabilidad de las formas de vida existentes en el planeta.

La mutación es una alteración en la secuencia del ADN de un organismo. A nivel de un nucleótido el cambio se puede dar por sustitución (cambio de un nucleótido por otro), adición o delección (eliminación) de nucleótidos. También puede haber pérdidas o adición de grandes segmentos de ADN.

De este modo se puede afectar la información contenida en el ADN. Básicamente puede eliminarla (no se sintetiza más la proteína codificada por un gen que mutó) o cambiarla (la proteína que se sintetiza es distinta).

En función de lo desarrollado hasta aquí podemos redefinir lo que es un gen...

Un gen es un fragmento de ADN, con una secuencia particular y que lleva información para la síntesis de un polipéptido o para la síntesis de ARNt y ARNr. Los polipéptidos formarán las proteínas que cada tipo celular necesita y los ARN formarán parte de la maquinaria de síntesis de los polipéptidos.

Las mutaciones en el ADN pueden originar variaciones en la información hereditaria. En la evolución de los organismos se han acumulado millones de variaciones en dicha información, muchas de ellas perjudiciales y otras beneficiosas. Las mutaciones acumuladas permitieron originar la diversidad de seres vivos presentes en nuestro planeta. Es hora de que veamos a los mutantes con otros ojos, ya que vemos uno cada mañana cuando miramos al espejo.

Con respecto a las relaciones intracelulares podemos pensar a la célula eucariota como una fábrica donde la división del trabajo es fundamental para el funcionamiento celular. Cuando analizamos el funcionamiento de cada orgánulo celular debemos tener en cuenta la relación con los demás componentes celulares.

Relaciones entre los componentes celulares en eucariotas

La definición sobre célula como sistema nos ayuda a comprender que existe una estrecha relación entre todos los componentes celulares. Un ejemplo lo constituye la relación que existe entre el núcleo, el retículo endoplasmático y el aparato o complejo de Golgi (Figura 16).

Podríamos resumirla de la siguiente manera:

1. En el núcleo se encuentra la central de información celular, que indica qué proteínas es necesario sintetizar.

2. A través del ARNm se transmite la información del ADN a los ribosomas. Las proteínas pueden ser sintetizadas en ribosomas libres en el citoplasma o en aquellos asociados con el retículo endoplasmático (por esta razón en la Figura 16 el retículo se encuentra asociado con la membrana del núcleo). En este último caso, luego de que las proteínas son sintetizadas se dirigen al complejo de Golgi. Del mismo modo, los lípidos sintetizados en el retículo endoplasmático liso se dirigen a este orgánulo. Tanto las proteínas como los lípidos, antes de ser exportados del retículo son encapsulados en vesículas. Se denomina vesícula a cualquier compartimiento endoplasmático membranoso que transporta moléculas dentro de la célula (ver Figura 16).

3. Las vesículas provenientes del retículo endoplasmático descargan las moléculas de proteínas y lípidos en el complejo de Golgi. Aquí éstas son clasificadas y en la mayoría de los casos modificadas para que luego puedan cumplir sus funciones específicas correctamente.

4. Luego son reempaquetadas en vesículas que las transportan a su destino final: otras organelas o a la membrana plasmática. Las proteínas y lípidos que se dirigen a la membrana plasmática son de dos tipos: los que forman parte de la misma y los que

deben ser exportados fuera de la célula. El mecanismo por el cual salen de la célula es inverso a la endocitosis (ver Figura 16) y se denomina exocitosis.

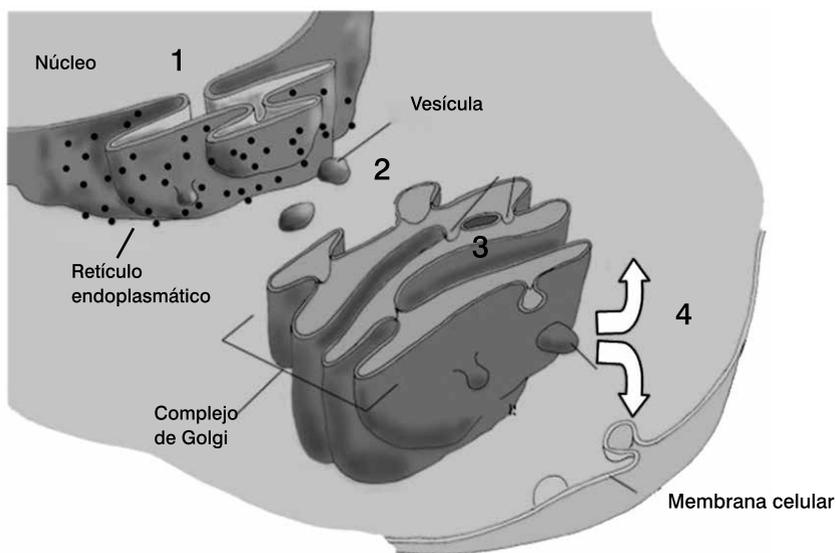


Figura 16. Relaciones intracelulares. (1) Luego de la transcripción, el ARNm se dirige a los ribosomas para que se sinteticen las proteínas. (2) Las proteínas sintetizadas en el RE rugoso, como los lípidos sintetizados en el RE liso, son encapsuladas en vesículas y se dirigen al complejo de Golgi. (3) En el complejo de Golgi las proteínas y los lípidos son modificados y reencapsulados. (4) Las vesículas originadas pueden dirigirse a la membrana celular u otros destinos intracelulares.

Referencias bibliográficas

- Alberts, B.; Johnson, A.; Lewis, J.; Raff, M.; Roberts K. y P. Walter: *Biología molecular de la célula*. 4ta. ed., Omega, 1463 p.
- Curtis H.; Barnes, N.S.; Schnek, A. y G. Flores (2000): *Biología*. 6ta. ed., Editorial Médica Panamericana, 1491 p.
- De Robertis E. D. P. (H); Hib, J. y R. Poncio (2003): *Biología celular y molecular*, El Ateneo, 469 p.
- Doorn, P. y Gómez, S.M: "Didáctica especial I (Biólogos)." Teoría Celular <http://www.fcen.uba.ar/carreras/cefiec/depb/plani4.htm>
- Radl, E.M. (1988): *Historia de las teorías biológicas. Tomos I y II*. Alianza Universidad.
- Raisman J.S. y A.M. González: "Hipertextos en el área de Biología." <http://www.biologia.edu.ar/index.html>
- Strickberger, M.W. (1993): *Evolución*. Omega, 573 p.