



# PREPARATORIA ABIERTA PUEBLA

CÈLULA

*Preparatoria*

---

ELABORÓ

*abierta*

LUZ MARÍA ORTIZ CORTÉS

# Células

- Todos los seres vivos están compuestos por células. Algunos están constituidos por una sola célula y otros por billones de ellas. Incluso los organismos más complejos se originan de una sola célula, el huevo fertilizado. En la mayor parte de los organismos multicelulares, incluido el ser humano, una célula se divide y forma dos, y cada una de éstas, a su vez, se divide una y otra vez, y da lugar al final, a los tejidos complejos y los órganos y sistemas de un organismo desarrollado. Como los ladrillos de un edificio, las células son los bloques de construcción de un organismo.

# Células

- La célula es la unidad más pequeña de materia viva, capaz de llevar a cabo todas las actividades necesarias para el mantenimiento de la vida. Tiene todos los componentes físicos y químicos necesarios para su propio mantenimiento, crecimiento y división.
- Si cuentan con los nutrientes necesarios y un medio adecuado, algunas células son capaces de seguir vivas en un recipiente de laboratorio por años y años.
- Ningún componente celular es capaz de sobrevivir fuera de la célula.

# Teoría celular

- **Antecedentes históricos:**

- La célula fue descrita por primera vez por Robert Hooke en 1665, cuando examinaba una pieza de corcho en un microscopio elaborado por él mismo. Hooke no observó, precisamente, células en el corcho, sino paredes celulares de las células sin vida del corcho.

La idea de que la célula es la unidad biológica fundamental nació en el siglo XVII gracias a las aportaciones de científicos como: Anton van Leeuwenhoek (1632-1723). Este holandés construyó sus propios microscopios con los que logró amplificar imágenes unas 300 veces, una gran potencia para esa época. Fue el primero en observar células que poseían movimiento en agua.

# Teoría celular

- Hooke fue el primero en describir las células, basándose en sus observaciones de las paredes celulares de estas células de corcho sin vida. Utilizó el término célula porque este tejido le recordó las pequeñas celdas en las que vivían los monjes aquellas época.

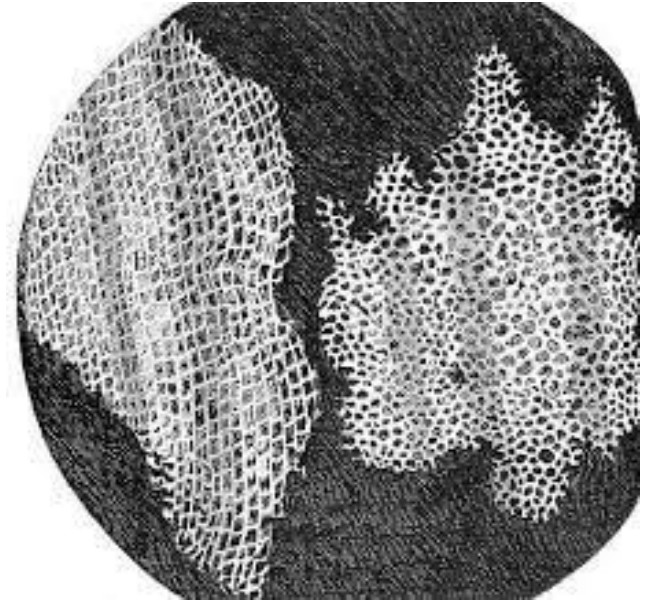


Ilustración realizada por Robert Hooke de la estructura microscópica de un corte fino de corcho.

# Antecedentes históricos

- En 1809, Lamarck afirma que todos los organismos vivos poseen tejido celular
- Dutrochet sostiene que la materia viva está constituida por diminutas células redondas, las cuales aumentan en tamaño y en cantidad (1824).
- En 1831, el escocés **Robert Brown** (1773-1858) describió un corpúsculo presente en todas las células, al que llamó **núcleo**.
- En Inglaterra, Joseph Lister (1827-1912) creó un microscopio de doble lente, mucho más potente que los anteriores, que permitió hacer observaciones más precisas en las células.

# Teoría celular

- **Postulados básicos de la teoría celular:**
- Dos científicos alemanes, el botánico Matthias Schleiden, en 1838 y el zoólogo Theodor Schwann, en 1839, fueron los primeros en señalar que las plantas y animales estaban compuestos por grupos de células y que éstas eran la unidad básica de los organismos vivos.
- Rudolph Virchow, en 1855, amplió esta teoría. Estableció que sólo se formaban células nuevas a partir de una célula preexistente. Es decir, las células no se forman por generación espontánea a partir de materia sin vida.

# Teoría Celular

## Postulados de la Teoría Celular:

- Todos los seres vivos están constituidos por células y los productos de éstas.
- Las células son unidades de estructura y función.
- Toda célula proviene de células preexistentes.

Para finales del siglo XIX, ya se aceptaba que las células son la base para comprender las enfermedades, es decir, si la gente enferma es porque sus células están enfermas. La patología es el estudio de las enfermedades.

- La citología es la rama de la Biología que estudia las células.



# Organización celular

- En el siglo XIX se pensaba que la célula constaba simplemente de una membrana delimitante externa, un núcleo interno y una gran masa de citoplasma alrededor de éste.
- Métodos de estudio cada vez más perfectos lograron revelar la estructura interna de las células. En los primeros microscopios se utilizaban cortes muy delgados de las muestras para que la luz pudiera atravesarlas y así, iluminar las estructuras celulares. Utilizando métodos de coloración mejores los investigadores pudieron aumentar la visibilidad de las estructuras celulares. Sin embargo, esos métodos destruían las células estudiadas.

# Organización celular

- Posteriormente se inventaron técnicas basadas en los efectos que la densidad y la regularidad de las estructuras celulares tienen sobre la luz (como la polarización), que permitieron obtener un mayor contraste entre esas estructuras sin provocar la muerte de los especímenes. También se usaron colorantes vitales para estudiar células vivas. Para entonces ya se habían estudiado muchos elementos subcelulares, incluso los cromosomas y el nucleolo.
- La invención del microscopio electrónico en la década de 1930, en el cual se emplean electrones en vez de luz, permitió estudiar con mayor grado de resolución la compleja estructura membránica del citoplasma.

# Microscopio electrónico

- Las células y sus componentes son tan pequeños que los microscopios ópticos comunes sólo pueden distinguir los detalles gruesos de las estructuras celulares.
- Con el microscopio electrónico se pueden observar los detalles finos de las células.



Microscopio electrónico

# Microscopios

- Hay dos características que determinan la claridad con que puede ser visto un objeto pequeño. La **capacidad de ampliación** del instrumento, que es la relación del tamaño de la imagen vista con el microscopio y el tamaño real del objeto. Los mejores microscopios ópticos dan una ampliación no mayor de 1000 veces, mientras que un microscopio electrónico puede hacerlo hasta en 250 000 veces o más.
- La otra característica, más importante aún, es el **poder de resolución** o posibilidad de observar detalles finos.

# Microscopio electrónico

- El poder de resolución de un microscopio se define como la mínima distancia a la cual dos puntos pueden distinguirse como tales y no como un punto borroso. El poder de resolución depende de los lentes y de la longitud de onda de la fuente de iluminación; cuanto más corta sea la longitud de onda mayor será el poder de resolución.
- La luz visible utilizada por los microscopios ópticos tiene una longitud de onda que va de 400 a 700 nanómetros (nm); esto limita el poder de resolución del microscopio óptico a detalles no menores al diámetro de una pequeña célula bacteriana.

# Microscopios

- Mientras que el poder de resolución del mejor microscopio óptico es de 500 veces mayor al del ojo humano, el microscopio electrónico lo tiene de 10 000 veces mayor al del ojo humano. Esto se debe a que los electrones tienen una longitud de onda del orden de 0.1 a 0.2 nm.
- Mientras que el poder de resolución del mejor microscopio óptico es de 500 veces mayor al del ojo humano, el microscopio electrónico lo tiene de 10 000 veces mayor al del ojo humano. Esto se debe a que los electrones tienen una longitud de onda del orden de 0.1 a 0.2 nm.

# Estructura y función celular

- Las funciones de la célula dependen de estructuras comparables a los órganos del cuerpo, por lo que reciben el nombre de organelos.
- La disposición de los organelos equivale a una división de trabajo en el interior de la célula. En general, estos constituyen sistemas organizados de membranas internas y se ven como compartimientos de diversas formas. La forma que adopta cada organelo se relaciona con sus funciones. Esta asociación íntima entre estructura (forma) y función es universal en biología y se observa en todos los niveles: en la célula, en los organismos pluricelulares y hasta en los ecosistemas.

# Características de las células

- Las células son tridimensionales, es decir, tienen profundidad, largo y ancho.
- La mayor parte de las células son microscópicas, pero su tamaño varía en amplio rango. Algunas células bacterianas se pueden apreciar con un buen microscopio óptico y ciertas células animales tienen un tamaño que permite apreciarlas a simple vista.
- El tamaño y forma de una célula se relaciona con las funciones que ésta realiza. Algunas células como la ameba y los leucocitos, pueden hacer variar su forma durante su trayectoria, los espermatozoides tienen una cola larga, en forma de látigo que ayuda en la locomoción. Las extensiones de las células nerviosas en el ser humano pueden tener una longitud de hasta 1 m. Las células epiteliales, asumen una forma casi rectangular y se unen a otras como si fueran ladrillos de una construcción hasta formar estructuras laminadas.



# Tamaño de las células

- Las células procarióticas varían de 1 a 10  $\mu\text{m}$  de longitud. Las células eucarióticas (células de plantas y animales) tienen un tamaño que va de 10 a 100  $\mu\text{m}$  de longitud. Los núcleos de las células animales y vegetales pueden tener un diámetro de 3 a 10  $\mu\text{m}$ . Las mitocondrias muestran un tamaño similar al de las bacterias, mientras que los cloroplastos son más grandes, miden 5  $\mu\text{m}$  de longitud.
- El microméetro  $\mu\text{m}$  equivale a:  
$$1 \mu\text{m} = 1 \times 10^{-6} \text{ m.}$$
- Si se considera lo que una célula tiene que hacer para mantenerse y crecer se podrá entender las razones por lo que una célula es tan pequeña:

# Tamaño de la células

- Debe incorporar nutrientes y otros materiales a través de la membrana plasmática. Una vez incorporadas, estas sustancias se transportan al sitio adecuado de la célula, donde se convierten en otras sustancias. Ya que se tienen las moléculas correctas , éstas deben transportarse de nuevo a los sitios adecuados de la célula para su utilización. Además los productos orgánicos de desecho originados en diversas reacciones metabólicas deben transportarse fuera de la célula antes de que se acumulen en concentraciones tóxicas. En los organismos multicelulares, las células deben exportar sustancias que otras células utilizarán.

# Tamaño de las células

- Debido a que las células son pequeñas, son relativamente cortas las distancias que las moléculas deben recorrer dentro de ellas, lo cual permite acelerar las diversas reacciones químicas.

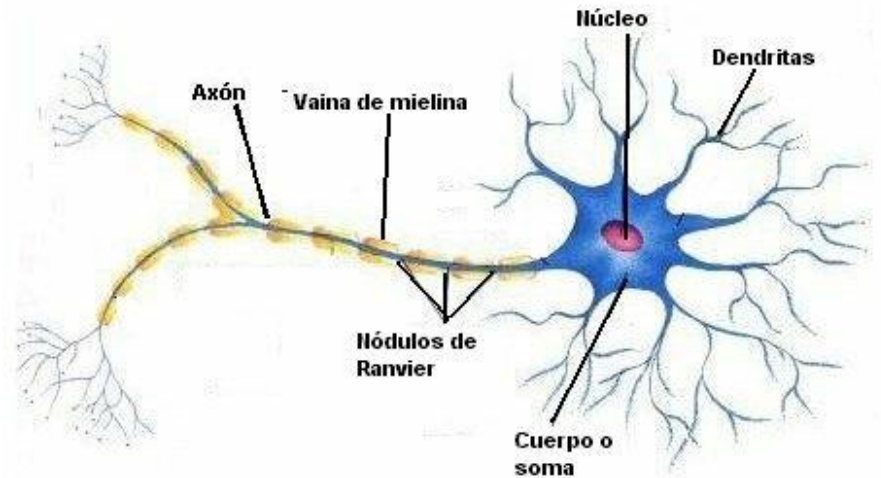
# La forma y tamaño de las células se relaciona con su función

- Los óvulos son una de las células más grandes; los espermatozoides, en comparación son pequeños y tienen una larga cola (flagelo) para la locomoción.



# Estructura y función

- Las neuronas son un ejemplo de la relación entre estructura y función. Se especializan en transmitir mensajes de un sitio a otro del organismo.



# Células

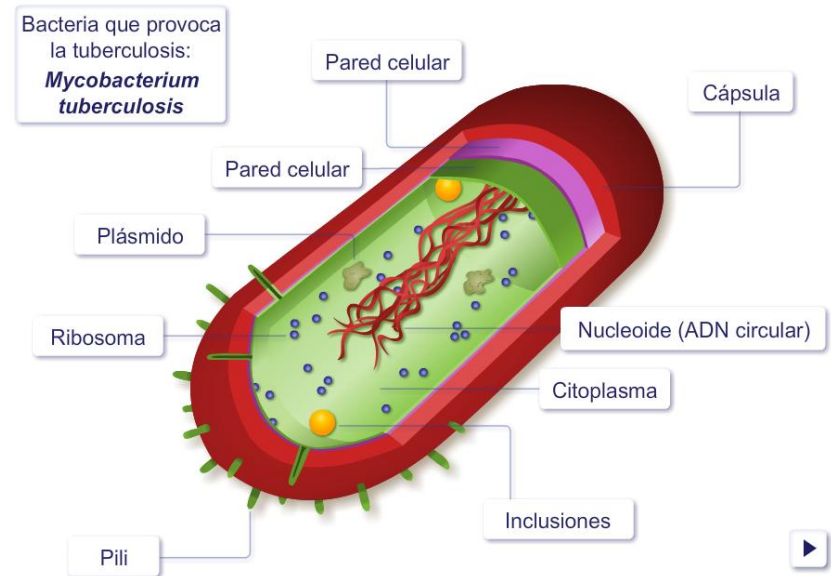
- En los seres vivos hay dos tipos de células: procarióticas y eucarióticas. Las células procarióticas (pro: antes, karyon: núcleo) carecen de núcleo verdadero y su material genético se encuentra disperso en su citoplasma, formando uno o más nucleoides. Los nucleoides no están limitados por una membrana independiente. Las células procarióticas generalmente son más pequeñas que las eucarióticas.
- Las células procarióticas tienen una membrana plasmática que confina el contenido celular a un compartimiento interno, pero carece de un sistema de membranas internas en forma de organelos.

# Células procarióticas

- En algunas células procarióticas, la membrana plasmática puede plegarse hacia dentro y forma un complejo de membranas internas en donde se piensa se llevan a cabo las reacciones de transformación de energía.
- Algunas células procarióticas también tienen una pared celular o membrana externa, que es una estructura que encierra a toda la célula, incluida la membrana plasmática.
- Los procariotes son organismos de una sola célula y pertenecen al reino monera que incluye a las bacterias.

# Célula procariótica

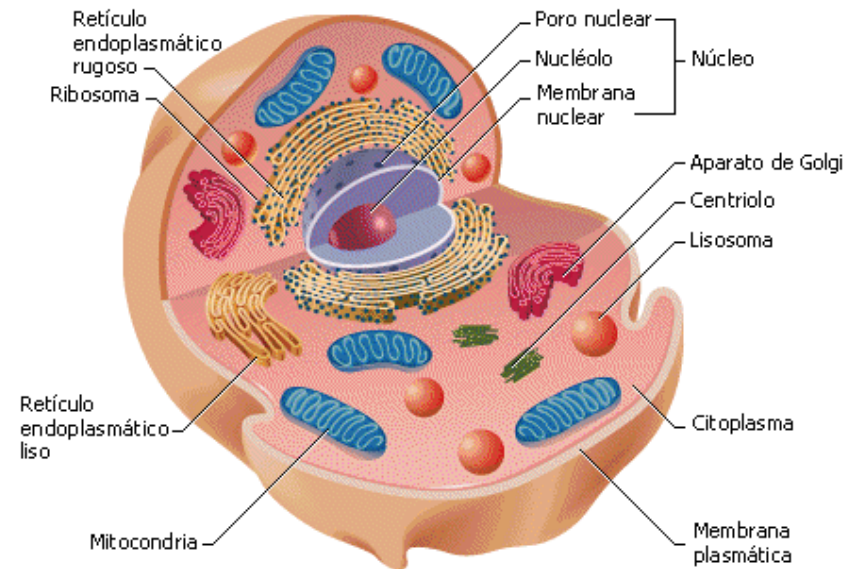
- Las células procarióticas carecen de núcleo verdadero y organelos membranosos.
- Las bacterias son organismos procarióticos unicelulares microscópicos.



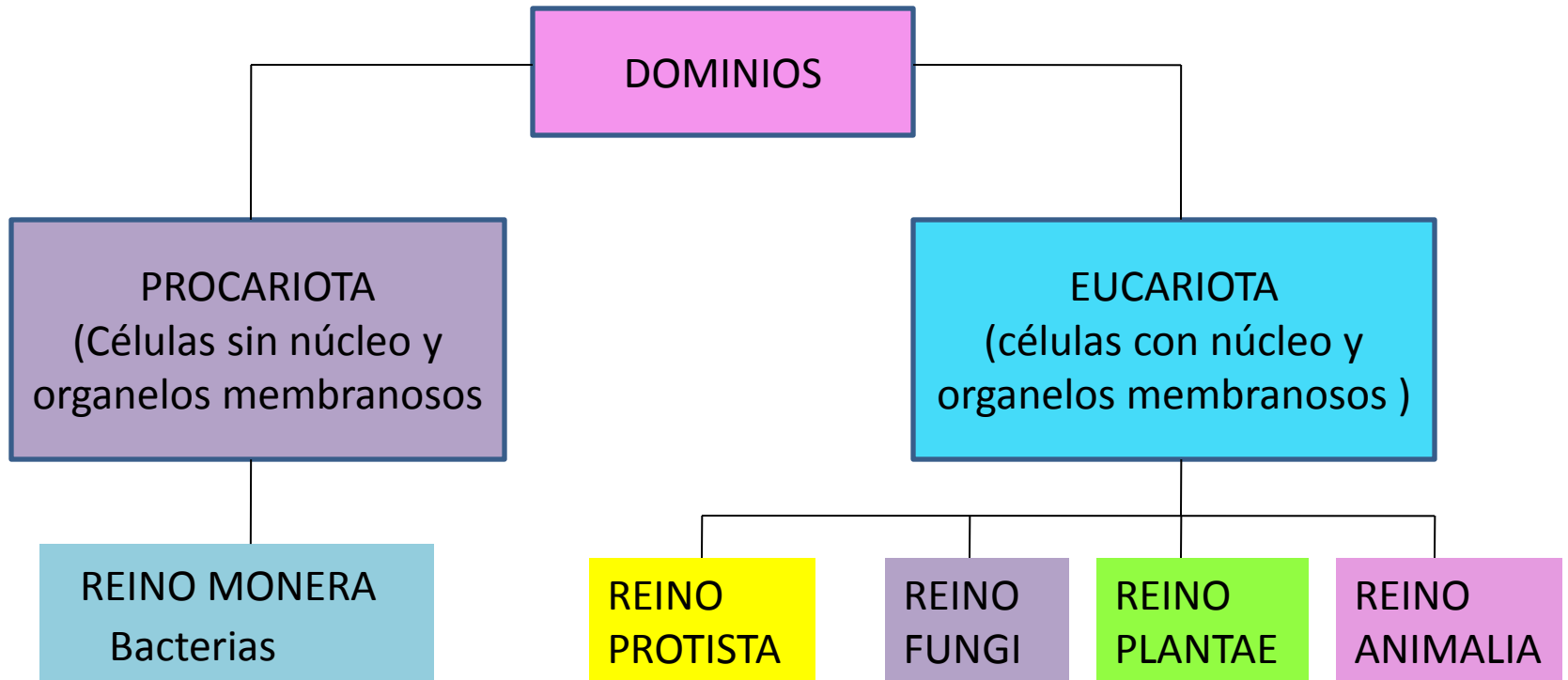


# Células eucarióticas

- En las células eucarióticas (eu: verdadero, karyon: núcleo), el material genético, el DNA, se encuentra en un núcleo rodeado por una membrana nuclear. También presentan varios organelos limitados por membranas. Algunos organelos sólo se presentan en algunas células específicas. Por ejemplo, los cloroplastos, que atrapan la luz solar para la conversión de energía, se hallan en células que realizan fotosíntesis.



# Células procarióticas y eucarióticas



# CÉLULAS EUCARIÓTICAS

- Los organismos que pertenecen a los reinos protista, fungi, plantae y animalia tienen células eucarióticas.
- Los dominios son categorías taxonómicas más grandes que los reinos que agrupan organismos de acuerdo al tipo de célula que tengan, procariotas o eucariotas.

# Células eucarióticas

- Interior de la célula eucariótica.

Antiguamente se pensaba que las células estaban formadas por una gelatina uniforme llamada protoplasma. Con los avances en microscopía electrónica y otras herramientas modernas de investigación, se ha extendido la percepción del mismo con respecto a las células. Actualmente se sabe que las células tienen un alto nivel de organización y que es muy compleja. Tiene su propio centro de control, su sistema de transporte interior, fuentes de energía, fábricas para procesar la materia que requiere, plantas de empaquetamiento e incluso un sistema de autodestrucción. El término protoplasma se utiliza en un sentido muy general, si acaso. La porción de protoplasma que se encuentra fuera del núcleo se llama citoplasma y el material interior del núcleo se llama nucleoplasma.

# Célula eucariótica

- Los organelos se encuentran suspendidos en el componente líquido del citoplasma. Cada uno de los organelos delimitados por sus membranas forman uno o más compartimientos independientes dentro del citoplasma. En una célula animal típica, todos los compartimientos en conjunto abarcan cerca de la mitad del volumen del citoplasma.
- Todas las células, sean procarióticas o eucarióticas, siempre contienen membrana celular (membrana plasmática).

# Citoplasma

- El citoplasma es una de las partes fundamentales que integran las células. Es un coloide en el que se encuentran los componentes químicos y estructurales necesarios para la integración de los distintos componentes celulares, puesto que se localiza entre la membrana nuclear y la membrana celular.
- El estado coloidal del citoplasma le da un aspecto parecido al de la clara de huevo, que consta de una fase dispersora, líquida principalmente, representada por agua con iones y pequeñas moléculas en disolución, y una fase dispersa o dispersada formada por macromoléculas insolubles llamadas micelas como proteínas y grasas, entre otros, cuyo tamaño oscila entre una décima y una milésima de micra.

# Citoplasma

- Las partículas coloidales más pequeñas están en constante bombardeo a las grandes, lo cual provoca un movimiento vibratorio conocido como movimiento browniano, que contribuye a la difusión y distribución de las sustancias que entran a la célula o se encuentran dentro de ésta. El estado coloidal se mantiene debido a que las partículas dispersadas o micelas tienen cargas del mismo signo (positivo o negativo) y por tanto se repelen, lo que hace que se mantengan dispersas y en suspensión .
- Los coloides citoplasmáticos sufren transformaciones sol-gel.
- El sol contiene una mayor cantidad de líquidos, por lo que tiene mayor fluidez que un estado de gel, que es propiamente el estado coloidal. El gel en realidad es un coloide que ha perdido agua.

# Citoplasma

- En la célula, el paso de un estado al otro de citoplasma es reversible. Para lograr la estabilidad de los coloides, intervienen sales minerales que regulan y mantienen el grado de hidratación adecuado. La mayor parte de las proteínas que forman al coloide citoplásmico son proteínas globulares, que también pueden transformarse en proteínas estructurales.
- El estado coloidal de la célula también le confiere algunas propiedades mecánicas como elasticidad, contractilidad, movimiento de ciclosis, rigidez, cohesión, entre otras, todo ello relacionado con los cambios sol-gel y viceversa, que contribuyen a mantener la individualidad de la célula.



# CITOPLASMA

- En el citoplasma de las células eucarióticas se encuentran proteínas estructurales que forman microfilamentos y microtúbulos que originan una especie de red proteínica llamada citoesqueleto, que es necesaria para mantener la forma de la célula, así como para el sostén de los abundantes sistemas de membranas celulares de algunos organelos.
- Las proteínas estructurales del citoplasma también dan origen a otras estructuras como el huso acromático y los centriolos, que aparecen durante la división celular.
- El citoplasma representa un medio favorable para que las estructuras subcelulares que contiene realicen sus funciones como si fueran órganos de la célula.

# Célula eucariótica

Organelo	Características	Función
Núcleo	Cuerpo redondo u ovalado situado cerca del centro de la célula. Tiene un diámetro promedio de 5 $\mu\text{m}$ . Está cubierto por una doble membrana. Dichas membranas se fusionan en ciertas zonas y ahí se forman poros que sirven como salida directa de ciertas sustancias del núcleo. La mayor parte del DNA se localiza dentro del núcleo. Las moléculas de DNA forman genes que contienen las instrucciones para producir todas las proteínas que la célula necesita. El núcleo controla la síntesis de proteínas (que se realiza en el citoplasma) enviando moléculas de RNA mensajero a través de la membrana nuclear a los ribosomas. Contiene al nucléolo y cromosomas.	Centro de control de la célula.
Nucleolo	Es un cuerpo compacto no delimitado por membranas. Consta de RNA y proteínas.	Se encarga de la producción de ribosomas.

# Célula eucariótica

Organelo	Características	Función
Cromosomas	Estructuras filamentosas o baciliformes del interior del núcleo. Se componen de un complejo de DNA, proteínas y RNA llamado cromatina.	Contienen a los genes.
Plástidos o plastos.	Diminutos sacos delimitados por membranas que se encuentran en células vegetales. Si contienen clorofila se llaman cloplastos. Los cromoplastos contienen pigmentos que proporcionan a las flores y frutas su color característico. Los leucoplastos carecen de pigmento y se encuentran principalmente en raíces y tubérculos, en donde se utilizan para almacenar almidón.	Los cloroplastos contienen la clorofila, que captura energía luminosa necesaria para la fotosíntesis.

# Célula eucariótica

Organelo	Características	Función
Microtúbulos	Tubos huecos que forman parte de cilios, flagelos y centriolos.	Proporcionan soporte estructural.
Plasmodesmos	Aberturas de las paredes de las células vegetales.	Permiten la continuidad de las membranas plasmáticas y de los citoplasmas de células adyacentes, de manera que el agua y las moléculas pequeñas pasen libremente de una célula a otra.

# Célula eucariótica

Organelo	Características	Función
Retículo Endoplásmico RE	Serie de conductos membranosos que atraviesan el citoplasma de las células eucarióticas. Forman una red ininterrumpida que se prolonga desde la membrana celular hasta la membrana nuclear. En muchas parte de la célula, el RE está asociado con unos pequeños gránulos llamados ribosomas, que le dan aspecto rugoso, por lo que se conoce como retículo endoplásmico rugoso. El retículo endoplásmico liso carece de ribosomas.	El RE rugoso, contienen ribosomas donde se realiza la síntesis de proteínas. El RE liso se observa en regiones celulares que participan en la síntesis y transporte de lípidos o en la detoxificación de una variedad de venenos.
Ribosomas	Gránulos diminutos que están adheridos a la superficie externa de algunos segmentos del RE.	Son el lugar donde ocurre la síntesis de proteínas.

# Célula eucariótica

Organelo	Características	Función
Aparato de Golgi	Los organelos del Aparato de Golgi poseen una estructura membranosa. Semejan una pila de sacos y vesículas aplastados. Están desarrolladas principalmente en células secretoras como las del páncreas. La porción externa del Aparato de Golgi expulsa su material secretorio dentro de las vesículas que migran hacia la superficie de la célula.	Almacenamiento, modificación y empaque de sustancias de secreción.
Mitocondrias	Organelos esféricos o en forma de habano. Su nombre se debe a su aspecto filiforme (del griego mitos: hilo) al observarlos al microscopio. Las mitocondrias tienen doble pared: una membrana exterior lisa y una membrana interna sumamente plegada. Los pliegues o crestas se proyectan hacia el interior del organelo y poseen una variedad de enzimas embebidas en su estructura, estas enzimas participan en la degradación sistemática de moléculas orgánicas para producir energía necesaria para la célula.	Son la sede de las distintas etapas de la respiración celular.

# Célula eucariótica

Organelo	Características	Función
Lisosomas	Organelos pequeños ovalados, contienen poderosas enzimas digestivas disueltas en medio ácido. Tienen una membrana delimitante.	Participan en la digestión intracelular.
Peroxisomas	Pequeños organelos delimitados por una membrana sencilla. Contienen enzimas oxidantes.	Intervienen en la desaminación oxidativa de los aminoácidos, reacción indispensable para la conversión de proteínas en otro tipo de compuestos.
Cilios y flagelos	Estructuras piliformes ancladas por uno de sus extremos. Se proyectan a partir de la superficie externa de la membrana celular. Si las estructuras son largas y pocas se consideran flagelos; si son cortas y muchas se denominan cilios.	Desempeñan función en la locomoción celular.

# Célula eucariótica

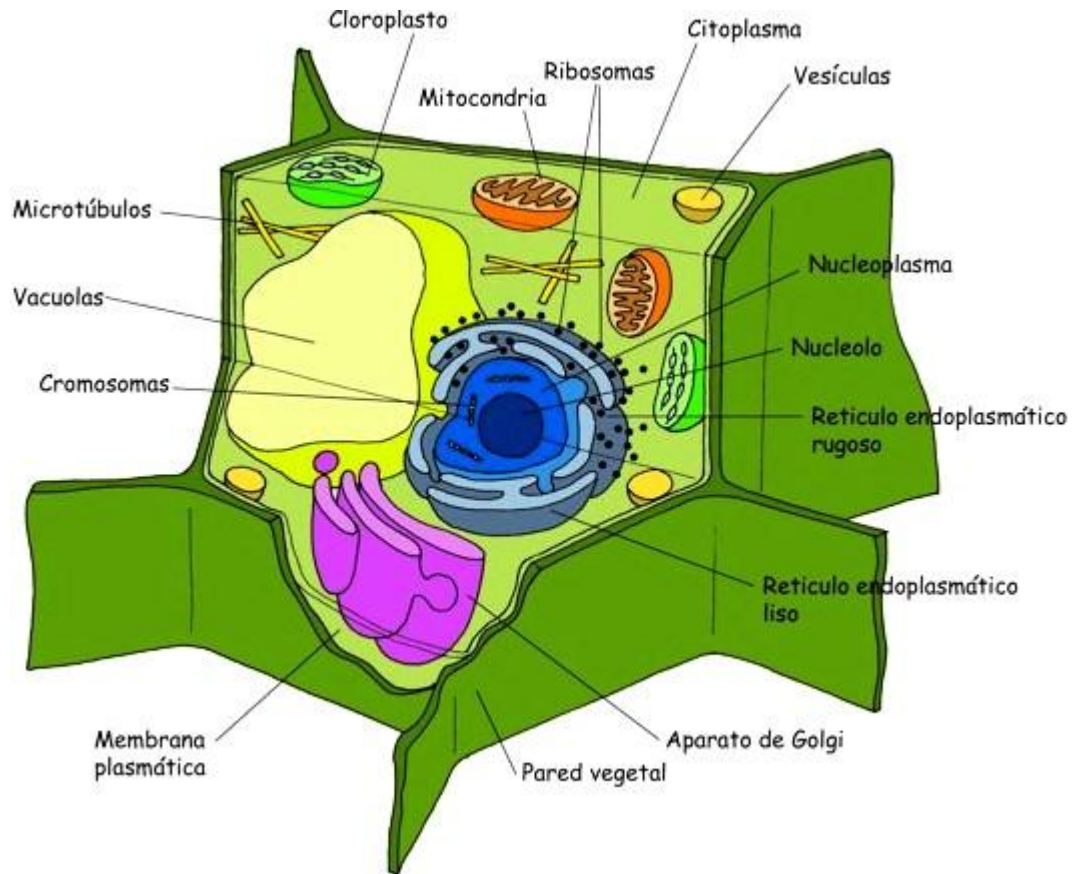
Organelo	Características	Función
Vacuolas	Son sacos grandes limitados por una membrana sencilla. Contienen agua y materiales disueltos.	Funcionan como depósitos de líquidos y sales que, de otra manera, podrían interferir con los procesos metabólicos que ocurren en el citoplasma.
Centriolos	Son un par de varillas cilíndricas situados muy cerca del núcleo, intervienen en la formación del huso acromático.	Durante la división celular en animales se forma un huso mitótico entre ambos centriolos.
Membrana celular	Membrana limitante de la célula viva.	Controla el paso de materiales hacia el interior y exterior de la célula. Contiene al citoplasma, ayuda a mantener la forma celular. Comunica a la célula con otra.



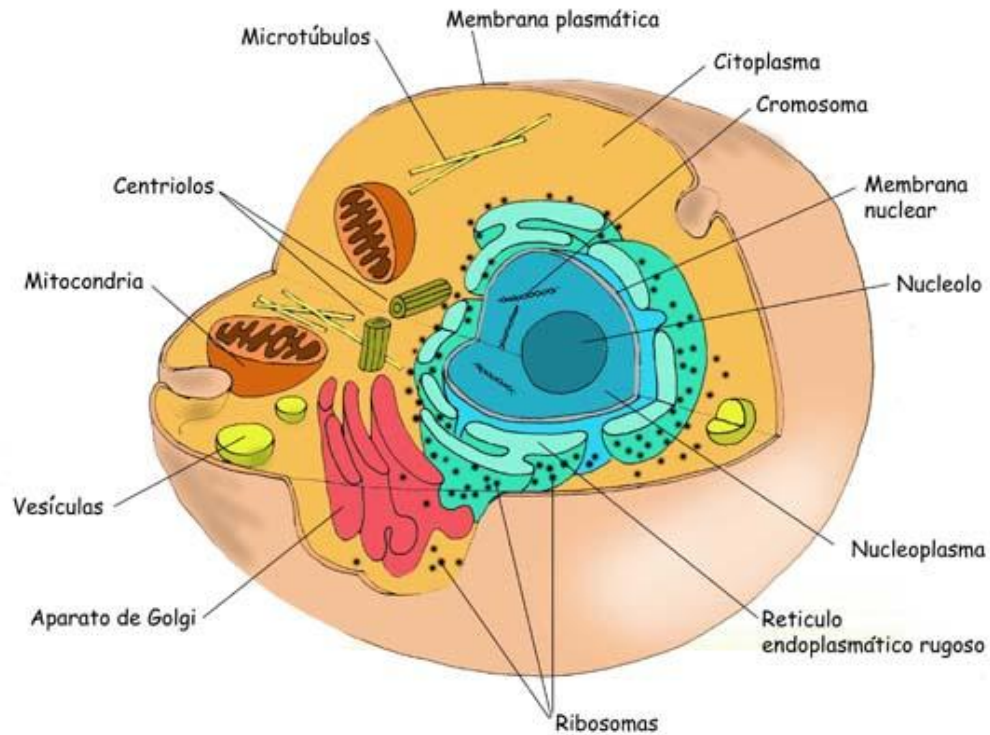
# Célula eucariótica.

- Plantas y animales tienen células eucarióticas, sin embargo, existen diferencias entre ellas, las cuales, resaltaremos:
- Las células vegetales están rodeadas de una pared celular de celulosa. Las células animales no tienen pared celular. Los hongos y bacterias sí tienen pared celular pero no de celulosa.
- Las células vegetales tienen plástidos o plastos y las animales no los tienen.
- Las vacuolas tienen importante función en las células vegetales mientras que en las animales son menos importantes o están ausentes.
- Las células animales tienen un par centriolos situados cerca del núcleo. Las células vegetales carecen de centriolos.

# CÉLULAS VEGETALES



# Célula animal



# TEORÍA DE LA EVOLUCIÓN CELULAR

- Lo más probable es que las primeras células hayan sido procariotas, es decir, que carecían de un núcleo verdadero, lo que implica que su material genético se encuentra disperso en el citoplasma.
- Los investigadores consideran que la secuencia de los avances evolutivos en las células procarióticas, así como las características que adquirían y transmitían a sus descendientes, dieron como resultado el surgimiento de organismos unicelulares cada vez más complejos estructural y fisiológicamente, que culminaron con la aparición de una célula más evolucionada como la de una célula eucariótica. Un avance evolutivo de enorme importancia.

# Teoría de la evolución celular

- La principal característica de una célula es la presencia de un núcleo integrado, limitado por una membrana. Los investigadores consideran que lo anterior ocurrió hace aproximadamente 1700 millones de años.
- A partir de entonces inició la gran diversificación y diferenciación de este tipo de célula que favoreció la eficiencia en la alimentación, en la reproducción y en el desplazamiento de las pequeñas colonias. Lo que propició la aparición de células especializadas en determinadas funciones y por lo tanto, el inicio de una división de trabajo.

# Teoría del plegamiento de membrana

- **Teoría del plegamiento de membrana.**

A partir del estudio de microfósiles J. David Robertson (1922-1995) propuso esta teoría en 1962, según la cual los eucariotas se originaron debido a las mutaciones sufridas por los seres procariotes, lo que originó que las estructuras u organelos membranosos de sus células se formaran por invaginación (hundimiento) de la membrana plasmática o por evaginaciones (salientes).

También propuso que, debido al plegamiento de la membrana, parte del ADN original del procariota quedó atrapado en las estructuras que se transformaron en las mitocondrias y en los cloroplastos actuales, lo que explicaría la presencia de ADN en esos organelos y que la membrana nuclear se formó de igual forma por los plegamientos de la membrana celular.

# TEORÍA ENDOSIMBIÓTICA

- Teoría endosimbiótica

Científicos, entre ellos, Lynn Margulis (1938-2011) proponen esta teoría.

Es importante mencionar que la simbiosis es una relación íntima a largo plazo entre dos organismos de diferentes especies.

Margulis propuso que un procariota ameboide fagocitó (engulló) sin digerir, una bacteria de respiración aerobia, de modo que la bacteria tragada y no digerida sobrevivió y aún persiste en las células eucariotas actuales en forma de mitocondrias.

# Teoría endosimbiótica

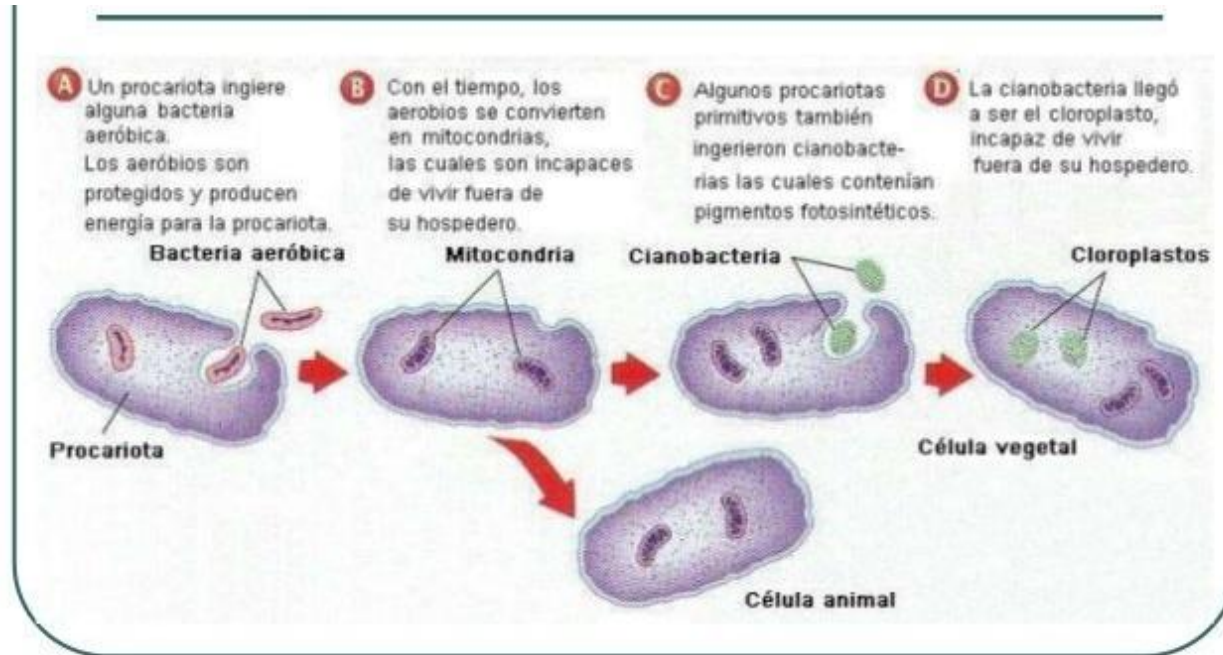
- La similitud de las bacterias con las mitocondrias, por ejemplo, en la presencia de ADN circular, contribuyeron a la propuesta sobre su origen bacteriano.
- Margulis propuso que el cloroplasto moderno es el resultado de la evolución de una cianobacteria en el interior de otra célula.
- La investigadora ha considerado que las células procarióticas que fueron fagocitadas originalmente eran independientes y que la unión inicial que surgió por casualidad como célula hospedadora y hospedada. Sin embargo, después de cierto tiempo, esa unión se volvió una necesidad y las células hospedadas se convirtieron en organelos (mitocondrias y cloroplastos) que originaron un nuevo tipo de células.



# Teoría endosimbiótica

- Margulis y su equipo apoyaron en su teoría que tanto las mitocondrias como los cloroplastos tienen su propio ADN diferente al del núcleo de la célula en la que se encuentran y que se dividen en forma independiente, como si fueran células independiente dentro de otra célula.
- Además en la naturaleza existen varios casos de simbiosis, como el del líquen (que es una asociación entre un hongo y un alga verde). El hongo aporta agua, el alga sintetiza el alimento para ambos debido a su capacidad fotosintética.

# Teoría de la endosimbiosis



De acuerdo a la teoría de la endosimbiosis, los cloroplastos y mitocondrias fueron alguna vez células procarióticas independientes que fueron fagocitadas por otras células, que evolucionaron en células eucariotas.

# Bibliografía

- Biología  
Villegas A, Claude. Solomon P, Eldra. Martin E, Charles.  
Editorial: Interamericana/McGraw-Hill.  
1992.
- Biología  
Gama Fuertes, María de los Ángeles.  
Editorial: Pearson.  
2013.
- Biología  
Fried H, George.  
McGraw-Hill  
1991