

GUÍA DE CONTENIDO Y TRABAJO

UNIDAD 1: LA CÉLULA Y ESTRUCTURAS CITOPLASMÁTICAS

NOMBRE: _____

I. INTRODUCCIÓN

Las CIENCIAS BIOLÓGICAS son una manera de interpretar el mundo que nos rodea. Son aquellas que se dedican a estudiar la vida y sus procesos. Se trata de una rama de las ciencias naturales que investiga el origen, la evolución y las propiedades de los seres vivos. Los científicos obtienen datos para responder preguntas y para apoyar o rechazar una idea. Estos datos se pueden generar por la observación sistemática y/o con experimentos programados.

Las grandes contribuciones de la ciencia NO son simplemente la acción de nuevos datos, sino que el desarrollo de nuevas ideas a partir de esos datos.

Estas ideas científicas se organizan en categorías:

- 1) Hipótesis: Aproximación intuitiva.
- 2) Teoría: Cuando una hipótesis sobrevive a pruebas independientes.
- 3) Leyes: Teorías probadas.

La biología corresponde a conocimientos que se obtienen por medio del uso del método científico y que hacen referencia a los sucesos que ocurren en la materia viva, ya sea su estructura como comportamiento.

Un ser vivo en términos generales corresponde a todo sistema material que presente las siguientes propiedades:

- a) Irritabilidad: Es la capacidad para dar respuestas a estímulos tanto externos como internos;
- b) Metabolismo: Corresponde al conjunto de reacciones químicas que permiten la obtención de materia y energía útil por medio del procesamiento de nutrientes.
- c) Reproducción: Permite a un individuo perpetuar la especie, por medio de la generación de descendencia.
- d) Crecimiento: Corresponde al aumento de la densidad de un ser vivo, por lo tanto, está relacionado con el aumento de la masa y por extensión con la síntesis de proteínas.

Niveles de organización y Teoría Celular.

Uno de los principios fundamentales de la biología es que los seres vivos obedecen a las leyes de la física y química. Los organismos están constituidos por los mismos compuestos químicos que las cosas inanimadas. En el **nivel celular**, muchos tipos distintos de átomos y macromoléculas se asocian entre sí y forman células. Sin embargo, una célula es mucho más que un montón de átomos y moléculas, **“es la unidad estructural y funcional básica de la vida”**, el componente más simple de la materia viva que es capaz de realizar todas las actividades necesarias para la vida.

En los organismos metacelulares, las células forman **tejidos** que a su vez se disponen en estructuras funcionales llamadas **órganos**. Un conjunto de órganos coordinadamente cumple funciones biológicas integrándose como un **sistema de órganos**. Los **aparatos** o **sistemas de órganos** se relacionan y cumplen sus funciones en forma coordinada y precisa estructurando el complejo **organismo multicelular**.

En cada nivel, la interacción entre sus componentes determina las propiedades de ese nivel, así desde el primer nivel hasta el nivel de biosfera se producen interacciones permanentes.

II. TEORÍA CELULAR

¿Por qué se llama célula?

La célula fue descrita inicialmente por **Robert Hooke** (1665) al estudiar con el microscopio unas finas laminillas de corcho, dichas laminillas estaban formadas por un entramado de fibras que dejaban una serie de espacios, los cuales parecían “celdillas” de los panales de las abejas, y por ello las denominó **células**.

En principio, esta descripción pasó como mera curiosidad, pero, con el tiempo y el perfeccionamiento de los microscopios, se fue observando que aquellas celdillas o células estaban presentes en muchos tejidos vegetales y animales. El contenido de éstas estaba formado de una masa viscosa a la que se llamó **protoplasma** o **citoplasma** y en la cual había un gránulo más o menos voluminoso al que se denominó **núcleo**.

Finalmente, un botánico **Schleiden** (1804-1881) y un zoólogo **Schwann** (1810-1882) recogieron las observaciones y descripciones realizadas en vegetales y animales y formularon en 1839 el principio básico de la **Teoría Celular: Todo animal y vegetal está conformado por células**.

Posteriormente sobre la base de todas estas investigaciones, en 1855, se estableció un principio que resultaría central para la biología. Dos investigadores alemanes, **Robert Remarck** (1815-1865) y **Rudolph Virchow** (1821-1902) formularon la siguiente afirmación: **toda célula procede de otra célula**. Recordemos que la teoría celular se enfrentó en sus comienzos con la **Teoría Vitalista**, según la cual la fuerza vital era una más de las fuerzas que gobiernan la naturaleza, como la fuerza gravitatoria o la fuerza eléctrica. Según esta teoría, los organismos vivos formados por materia inerte poseen un principio etéreo llamado principio vital, pero con el tiempo se fue observando que las distintas facetas de la actividad de los seres vivos se deben a la acción conjunta y coordinada de los numerosos elementos celulares que constituyen el organismo y no por esta fuerza comentada anteriormente. De esta manera se explica la génesis celular, la actividad nerviosa, el metabolismo celular, etc. Esto fue debatido largamente durante el S.XIX y ratificado por los experimentos de **Louis Pasteur** en 1864, quien realizó un experimento simple e irrefutable que demostró la falsedad de la generación espontánea de la vida. Expuso caldos hervidos en matraces provistos de un filtro que evitaba el paso de partículas de polvo hasta el caldo de cultivo, simultáneamente expuso otros matraces que carecían de ese filtro, pero que poseían un cuello muy alargado y curvado que dificultaba el paso del aire, y por ello de las partículas de polvo, hasta el caldo de cultivo. Utilizó dos frascos de cuello de cisne (similares a un Balón de destilación con boca larga y encorvada). Estos matraces tienen los cuellos muy alargados que se van haciendo cada vez más finos, terminando en una apertura pequeña, y tienen forma de "S". En cada uno de ellos metió cantidades iguales de caldo de carne (o caldo nutritivo) y los hizo hervir para poder eliminar los posibles microorganismos presentes en el caldo. La forma de "S" era para que el aire pudiera entrar y que los microorganismos se quedasen en la parte más baja del tubo. Al cabo de un tiempo observó que nada crecía en los caldos demostrando así que los organismos vivos que aparecían en los matraces sin filtro o sin cuellos largos provenían del exterior, probablemente del polvo o en forma de esporas. Finalmente cortó el tubo en forma de "S" de uno de los matraces. El matraz abierto tardó poco en descomponerse, mientras que el cerrado permaneció en su estado inicial. De esta manera Louis Pasteur mostró que los microorganismos no se formaban espontáneamente en el interior del caldo, refutando así la teoría de la generación espontánea y demostrando que todo ser vivo procede de otro ser vivo anterior (Omne vivum ex vivo). Este principio científico que fue la base de la teoría germinal de las enfermedades y la teoría celular] y significó un cambio conceptual sobre los seres vivos y el inicio de la microbiología moderna.

La vida se caracteriza por una serie de propiedades que emergen en el nivel de organización celular. La teoría celular constituye uno de los principios fundamentales de la biología y establece que:

- **Todos los organismos vivos están formados por una o más células. La estructura del organismo como un todo se debe a la especial disposición de sus células y de las estructuras que éstas generan. (La célula como unidad Estructural).**
- **Las reacciones químicas de un organismo vivo, incluyendo los procesos liberadores de energía y las reacciones biosintéticas, tienen lugar dentro de las células. (La célula como unidad funcional).**
- **Toda célula procede de la división de otra anterior. (La célula como unidad de origen).**
- **Las células contienen la información hereditaria de los organismos de los cuales son parte y esta información pasa de la célula progenitora a la célula hija.**

A pesar de que existe una gran variedad de tamaños, formas, tipos y asociaciones celulares. **Toda célula tiene propiedades y/o características comunes, propias de un organismo vivo, tales como:**

- **Poseer una maquinaria metabólica:** que le permite realizar los procesos vitales de desarrollo, crecimiento y reproducción.
- **Poseer un centro de almacenamiento de la información genética** (DNA), y control de los procesos vitales (mecanismos de regulación de la expresión génica).
- **Poseer una membrana plasmática**, que delimita al citoplasma, y cuya función principal es regular el intercambio de sustancias entre la célula y el exterior, manteniendo el medio intracelular constante dentro de ciertos límites permisibles, (mecanismo de permeabilidad selectiva).

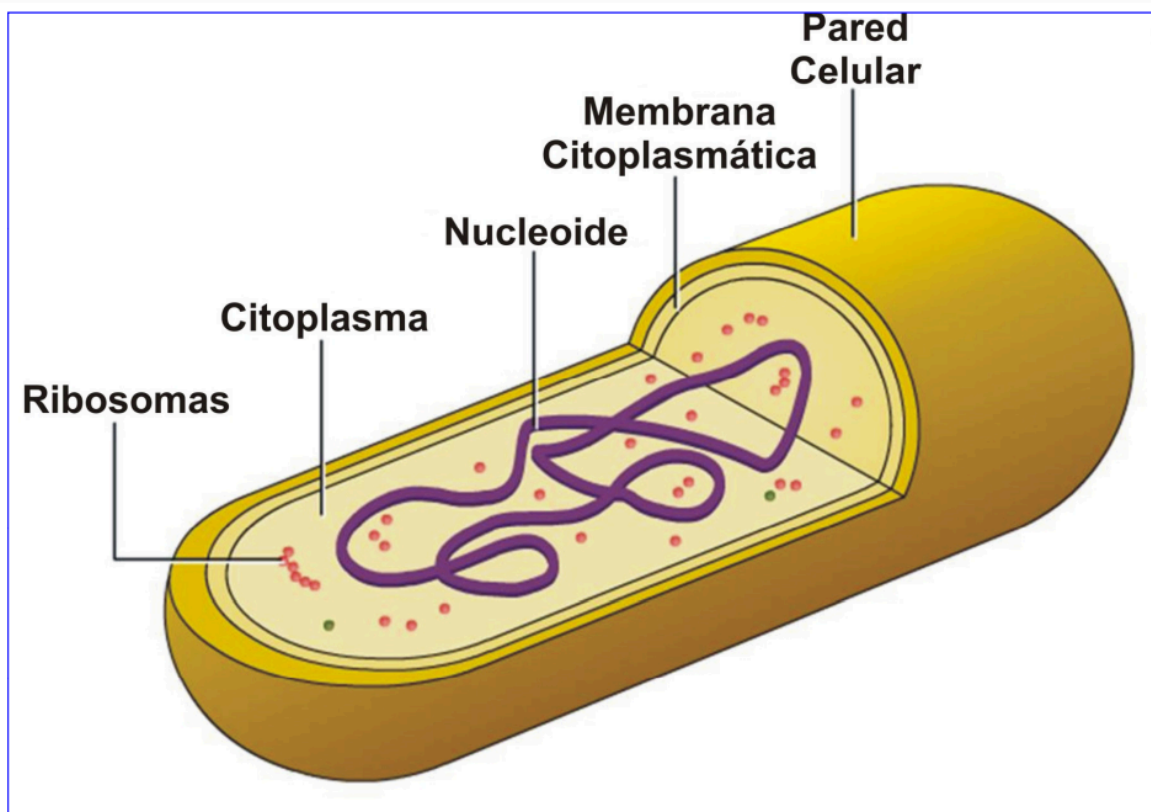
En consecuencia, en los seres vivos se pueden encontrar solo dos tipos de células; la **Procariótica** (SIN NÚCLEO DEFINIDO) y la **Eucariótica** (CON NÚCLEO DEFINIDO, EN DONDE SE ENCUENTRA SU MATERIAL GENÉTICO). A continuación, se presenta una tabla que presenta las principales diferencias entre ambos tipos celulares

Tabla 1. COMPARACIÓN ESTRUCTURAL ENTRE CÉLULAS PROCARIONTES Y EUKARIONTES.

Características	Célula Procariótica	Célula Eucariótica
Ejemplo	Eubacterias y Arqueobacterias.	Protistas (protozoos, algas), hongos, animales y vegetales.
Tamaño	Lo habitual es de 0,5 – 10 µm de diámetro.	La mayoría entre 10 – 50 µm de diámetro.
Presentación del DNA	Libre en el citoplasma, sin histonas, DNA circular cerrado. Se suele designar el nombre de nucleoide al espacio que ocupa el DNA en el citoplasma de la bacteria.	Encerrado en el núcleo por la envoltura nuclear, tiene una disposición lineal, asociándose con proteínas (histonas y no histonas), denominándose cromatina .
Compartimentalización citoplasmática	Ausente.	Presente, con varios tipos de organelos tales como mitocondrias, cloroplastos, lisosomas, vacuolas, etc.
Ribosomas	Más pequeños y livianos (70 S)	Más grandes y pesados (80 S)
Pared Celular	No celulósica, sino de tipo glicopeptídica (peptidoglucano).	Ausente en células animales, presente en las células vegetales y algunos protistas (compuesta principalmente por celulosa). Presente en hongos (quitina).
Locomoción	Flagelos, estructurados por una proteína (flagelina).	Cilios y flagelos a base de un esqueleto microtubular de tubulina.
Citoesqueleto	Ausente.	Presente, constituido por microtúbulos, filamentos intermedios y microfilamentos.
Membrana Plasmática	Presente, formada de bicapa lipídica y proteínas, sin colesterol	Presente, formada de bicapa lipídica y proteínas, con colesterol

S = es una unidad de coeficiente de sedimentación (Svedberg).

Tal como lo muestra la tabla y la imagen que se ve a continuación, las células tienen estructuras bien definidas.

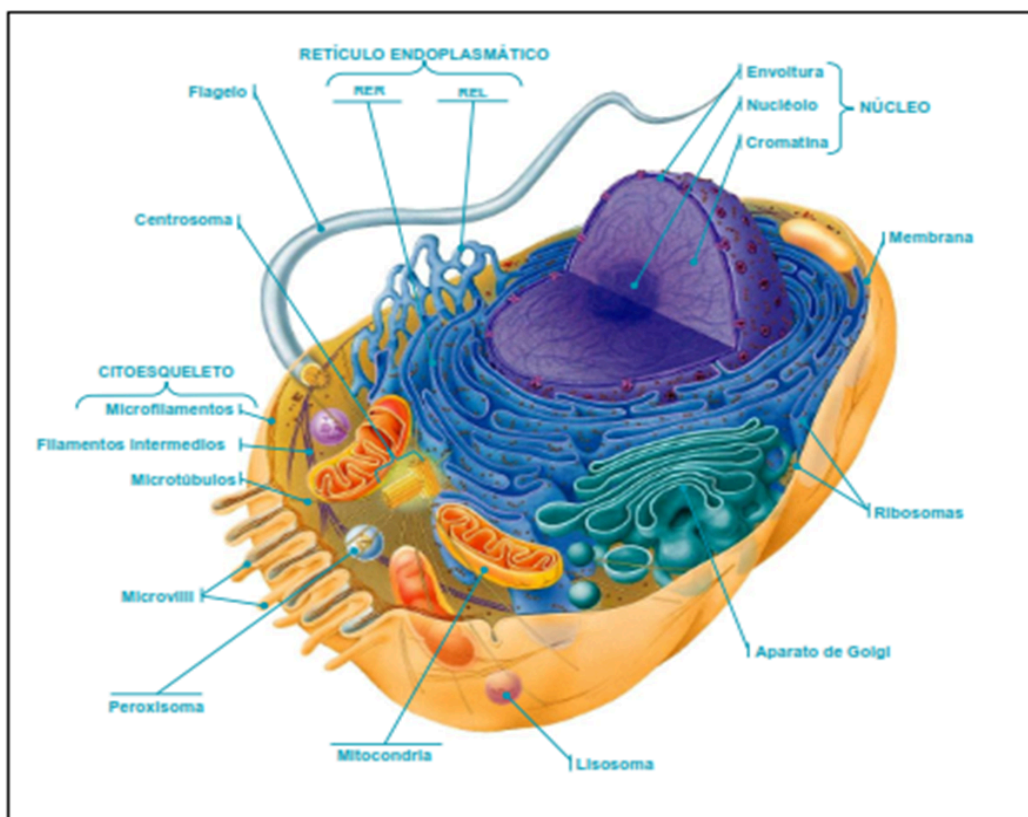


Respecto a las células procariotes, éstas presentan estructuras esenciales como accesorias; dentro de las estructuras esenciales están:

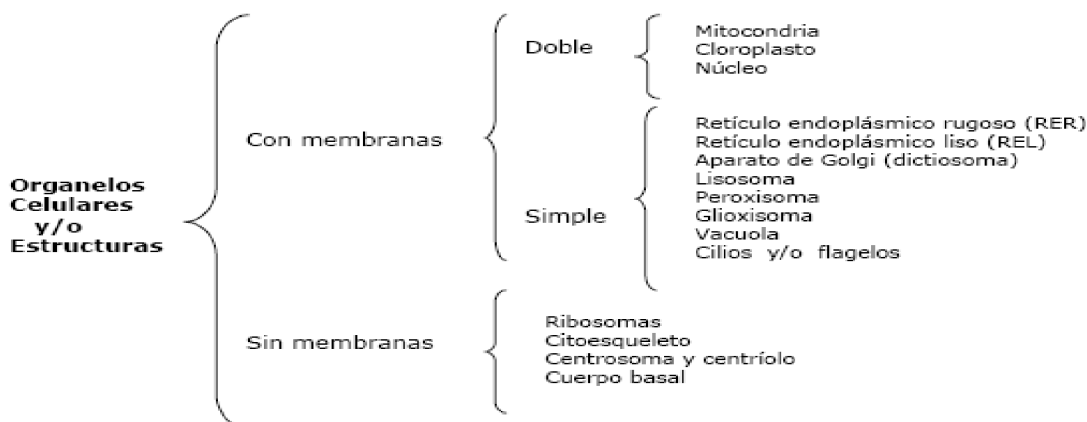
- **Material genético:** 1 molécula de ADN grande circular libre en el citoplasma que está ubicado en una región específica (Nucleoide) y carece de membrana que la rodee.
- **Citoplasma:** Cuyo principal componente es el Citosol y los Ribosomas
- **Límite celular:** Presenta membrana conformada por mesosomas y por fuera Pared Celular (Polisacárico)

Dentro de las estructuras accesorias o secundarias de las células procariotas se encuentran:

- **Flagelos:** Otorga movilidad natatoria o en superficie
- **Fimbrias (Pili):** Adherencia específica a membranas y envueltas en una forma de traspaso de material genético llamado Conjugación.
- **Cápsula:** Capa rígida que excluye partículas y cubre a la célula; otorga adherencia al hospedero y resistencia contra la fagocitosis
- **Glicocálix:** Estructura laxa adherida a la célula; otorga adherencia a materiales inanimados
- **Esporas:** Son estructuras de supervivencia; otorga resistencia al calor, radiación, desecación, etc.
- **Vesículas o gránulos de almacenamiento:** Son utilizadas para almacenamiento de nutrientes.



En los eucariotas, el material genético se compone de ADN lineal unido fuertemente a proteínas y está rodeado por una membrana doble. Además, las membranas dividen al citoplasma en compartimentos, que los biólogos denominan organelos. Muchas de las actividades bioquímicas de las células (metabolismo celular), tienen lugar en estas estructuras. Los organelos celulares se pueden clasificar en:



En términos evolutivos, se acepta que las células eucariotas, más complejas y de mayor tamaño, evolucionaron a partir de células procariotas mediante un proceso de **ENDOSIMBIOSIS**, que fue propuesto en 1967 por Lynn Margulis. Dicha hipótesis sostiene que células procariotas de monero tamaño, como bacterias fueron absorbidas por otras más grandes, así las primeras obtuvieron protección, y las segundas alguna característica metabólica que pudiera tener las células absorbidas (no digeridas). Un ejemplo puede ser la existencia de mitocondrias y cloroplastos en las células, ya que ambos corresponden a organelos que poseen su propio ADN, de modo que se piensa que algunas fueron organismos autónomos que encontraron protección en procariotas más grandes, y es tos a su vez se beneficiaron de la producción de energía que generan estos organelos.

Dentro de la estructura de los seres vivos se entiende que existen organismos tanto unicelulares como pluricelulares. Los organismos unicelulares llevan ese nombre porque están constituidos por una sola célula; ésta se caracteriza por ser visible al microscopio, además pueden formar colonias donde se logra cierta especialización. Corresponden a procariontes, protozoos, hongos y algas y representan a la mayoría de los seres vivos. Los organismos pluricelulares,

en cambio, están formados por 2 o más células; en ellas se presenta un proceso de unión y diferenciación. Corresponden a plantas, animales, algas pardas y hongos.

En los organismos pluricelulares ocurren cambios que determinan el linaje y destino de las células y tejidos que los componen, los procesos involucrados son llamados determinación y diferenciación celular.

- **Determinación:** Es el conjunto de cambios en el estado interno de una célula debidos a alteraciones en la expresión de los genes que provocan un compromiso en el destino celular, es decir, una decisión de diferenciarse. Estos cambios no suelen ser apreciables morfológicamente.
- **Diferenciación:** Proceso mediante el cual una célula cambia sus características de un modo permanente de forma que sus descendientes mantendrán esas características o las cambiarán de nuevo si ocurre una nueva diferenciación en otro sentido. Este proceso es la manifestación externa (morfológica o bioquímica) de la determinación.

Las células que conforman los organismos pluricelulares poseen distintas capacidades de diferenciación y se pueden clasificar en:

- Células totipotenciales: Tienen la capacidad de generar un individuo completo
- Células pluripotenciales: Tienen la capacidad de generar los distintos tipos de tejidos y órganos
- Células multipotentes: Dan origen a un tejido específico
- Células unipotentes: Tienen la capacidad de diferenciarse en un solo tipo de célula

III. ESTUDIO DE LAS CÉLULAS: MICROSCOPIOS Y TÉCNICAS BIOQUÍMICAS.

TÉCNICA	RESULTADOS
<p>a) Microscopio electrónico de barrido (MEB). Las microfotografías obtenidas mediante microscopio electrónico de barrido muestran una imagen tridimensional de la superficie de un espécimen. Este MEB muestra la superficie de una célula traqueal de conejo recubierta por orgánulos móviles que se denominan cilios. El movimiento de los cilios desplaza los residuos inhalados hacia arriba en dirección a la garganta.</p>	
<p>b) Microscopio electrónico de transmisión (MET). Con el microscopio electrónico de transmisión se obtiene la imagen de una sección delgada del espécimen. Aquí vemos una sección a través de una célula traqueal, que revela su ultraestructura. Al preparar la sección de muestra, algunos cilios se cortan a lo largo de su extensión, lo que origina secciones longitudinales, mientras que otros cilios se cortan perpendicularmente, originando secciones transversales.</p>	

Figura 1. Estudios detallados que permiten el MEB y el MET.

El microscopio es la herramienta más importante de la citología. Aunque las células fueron descubiertas por Robert Hooke en 1665, la estructura de la célula se llegó a conocer recién en la década de 1950, a través del microscopio óptico. La biología celular avanzó enormemente en esa década con la introducción del microscopio electrónico, que en vez de utilizar luz para observar la muestra, utiliza haces de electrones. Los microscopios electrónicos modernos alcanzan una resolución de 0.002 nm, pero el límite práctico en el caso de estructuras biológicas es generalmente de alrededor de 2nm, aun así, representa una resolución de cien veces con respecto al microscopio óptico. Existen 2 tipos básicos; el microscopio electrónico de barrido (MEB) y el microscopio electrónico de transmisión (MET). El MEB se utiliza para obtener imágenes tridimensionales y el MET para observar estructuras subcelulares. Otro tipo de microscopio utilizado mucho en clínica y en investigación es el microscopio de fluorescencia, el cual utiliza las propiedades de la fluorescencia para generar una imagen.

FRACCIONAMIENTO CELULAR: AISLAMIENTO DE ESTRUCTURAS CELULARES

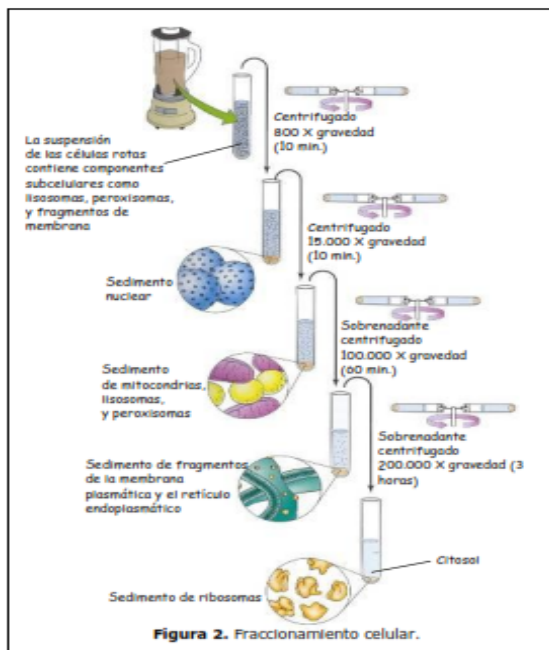


Figura 2. Fraccionamiento celular.

La biología celular moderna se desarrolló a partir de la integración de la citología con la bioquímica, el estudio de las moléculas y los procesos químicos (metabolismo) de las células. Un método bioquímico denominado fraccionamiento celular y las técnicas de tinción para individualizar los componentes subcelulares, han sido particularmente importantes en la biología celular.

El objetivo del fraccionamiento **celular** es aislar y separar las principales estructuras de la célula. El instrumento utilizado es la centrífuga, que puede hacer girar los tubos de ensayo a diferentes velocidades. La fuerza separa los componentes celulares por tamaño y densidad. El fraccionamiento celular permite al investigador preparar componentes celulares en cantidades masivas para estudiar su composición y funciones. Utilizando este método, los biólogos han sido capaces de asignar funciones a las diferentes estructuras subcelulares (Figura 2).

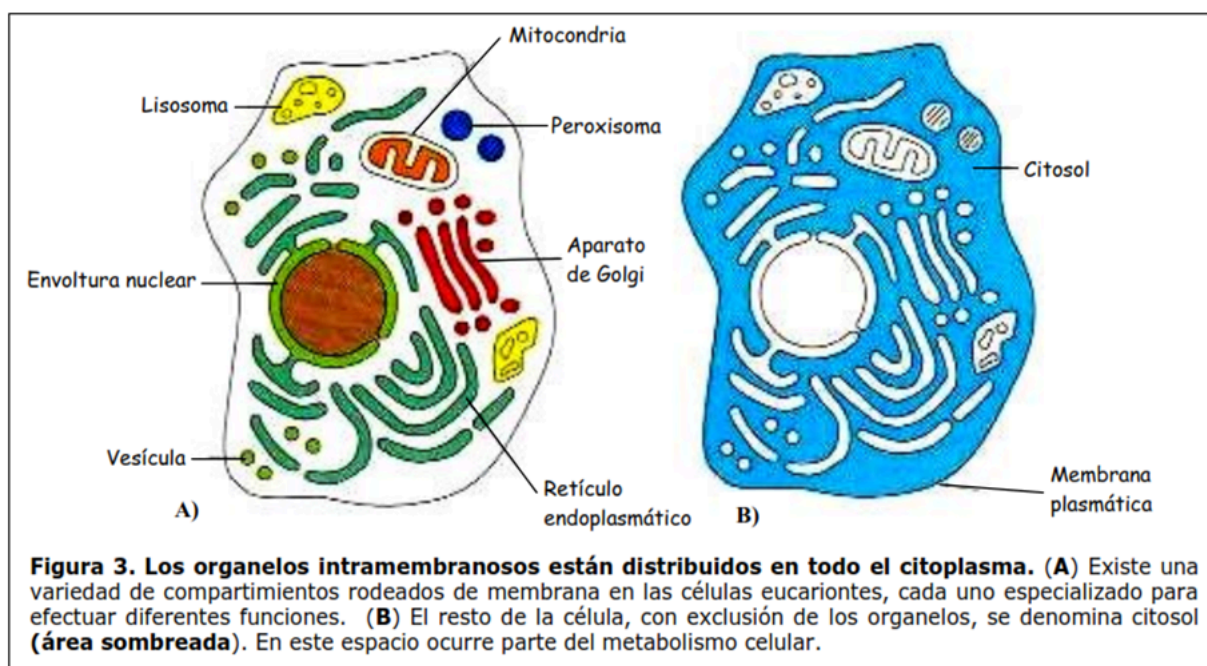
ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LAS COMPONENTES SUBCELULARES

En los organelos se mantienen las condiciones químicas específicas ideales para el buen funcionamiento celular, que incluso, varían de organelo en organelo. Los procesos metabólicos que requieren condiciones diferentes, pueden tener lugar simultáneamente en una única célula porque se desarrollan en organelos separados, pero, relacionados.

Otro efecto de las membranas internas es que aumentan el área total membranosa de una célula eucariótica. Una célula eucariótica típica, con un diámetro diez veces mayor que una célula procariótica, tiene un volumen citoplasmático mil veces mayor, pero el área de la membrana plasmática es solo cien veces mayor que la de la célula procariótica. Además, la célula posee otras estructuras no membranosas, que también cumplen importantes y variadas funciones.

Si se excluyen los compartimientos rodeados por membranas del citoplasma, lo que queda se denomina citosol (Figura 3). En general, el citosol en las células eucarióticas ocupa el espacio mayor y en las bacterias es lo único que se observa porque éstas no poseen un sistema de endomembranas. El citosol es un coloide que se comporta como un gel acuoso por la gran cantidad de moléculas grandes y pequeñas que se encuentran en él, principalmente proteínas. Debido a la composición del citosol, en él tienen lugar la mayoría de las reacciones químicas del metabolismo, como la glucólisis, gran parte de las reacciones de la gluconeogénesis, así como la biosíntesis de numerosas moléculas. También, se encuentran en el citosol los ribosomas, las inclusiones y los filamentos proteicos que forman el citoesqueleto

A continuación, se revisarán los compartimientos membranosos (organelos) del citoplasma y también las estructuras que se encuentran en el citosol.



IV. ESTRUCTURAS MEMBRANOSAS: ORGANELOS

CON DOS MEMBRANAS

A. NÚCLEO: CONTROL DE LA HERENCIA Y METABOLISMO

Es considerado el organelo o compartimiento más importante para la célula eucariontes debido a que es el lugar físico donde se encuentra el material genético o DNA, macromolécula responsable tanto del control metabólico de la célula, así como de la continuidad de la vida del organismo. Su tamaño, ubicación y número son variables dependiendo de la actividad metabólica celular. Por ejemplo, células hepáticas de gran tamaño pueden tener dos o tres núcleos, lo mismo ocurre con las células musculares estriadas que también son multinucleadas. Esto se debe a la necesidad del control metabólico por parte de la célula.

Resumiendo, en el núcleo interfásico se distinguen y se describen los siguientes componentes:

Componentes	Descripción estructural
Membrana nuclear (Carioteca)	Es doble, en su cara que mira hacia el citoplasma se observan ribosomas adheridos, se postula como parte del sistema de endomembranas. En su cara nuclear se encuentra una capa proteica llamada lámina, que sujeta a la heterocromatina. La atraviesa el complejo de poro , formado por proteínas globulares lo que permite el transporte en ambas direcciones a través de la membrana, por ejemplo ARNs, subunidades ribosomales, enzimas u hormonas (Figura 4).
Cariolinfa (carioplasma)	Es la matriz nuclear (cariolinfa) o nucleoplasma. Es la parte líquida del núcleo que puede tener en estado soluble minerales, nucleótidos u otro componente necesario para la conformación de la cromatina.
Cromatina	Presenta dos estados que es posible observar al microscopio: heterocromatina y eucromatina . Heterocromatina: es la forma condensada en que se organiza la cromatina. Se ve como manchas densas de cromatina, frecuentemente está adherida a la membrana nuclear donde presenta espacios más claros sobre los poros de dicha membrana. La heterocromatina es considerada inactiva desde el punto de vista de la transcripción. Eucromatina: tiene el aspecto de granulación fina y homogénea, es decir, descondensada, laxa. Es más abundante en células que están en activa replicación o transcripción de DNA , lo que requiere que la cromatina esté "desenrollada", de tal forma que exista el máximo contacto entre los componentes del nucleoplasma, como los sistemas enzimáticos para la lectura del código genético, o bien, entre las sustancias que se van a incorporar a las cadenas de DNA, como los nucleótidos (Figura 5).
Nucléolo	Subestructura que no posee membrana. Es la porción del DNA, de los cromosomas que contienen genes para que se realice la transcripción de RNA ribosomal (rRNA). Dichas zonas especiales del DNA se llaman zonas organizadoras nucleolares (más conocidas como zonas o regiones NOR) lugar donde se arman las sub-unidades ribosomales. Su número depende de la cantidad de proteínas que tenga que sintetizar la célula (Figura 4).

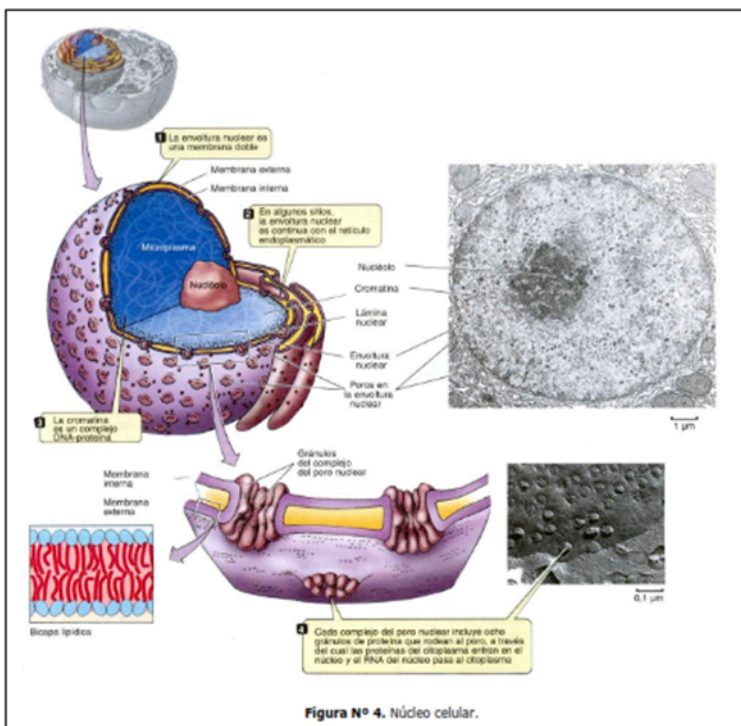


Figura N° 4. Núcleo celular.

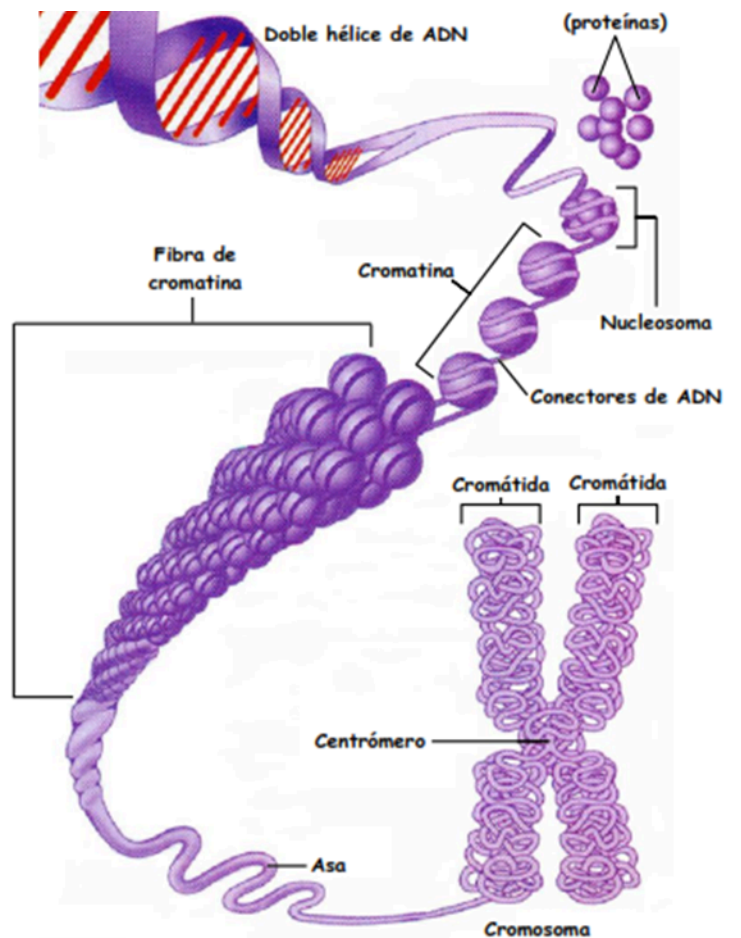


Figura 5. Niveles de organización del material genético desde DNA a cromosoma. A partir de la doble hélice de la molécula de DNA y de la incorporación progresiva de proteínas, se organiza la fibra de cromatina y desde esta última, a su vez, se forman los cromosomas. Cabe destacar que los cromosomas no tienen ningún tipo de membrana.

B.- MITOCONDRIA: CENTRAL ABASTECEDORA DE ATP

Las **mitocondrias** llevan a cabo la **respiración celular**, proceso en el cual la energía química que se encuentra contenida en las moléculas que constituyen los alimentos es convertida en ATP, principal fuente de energía para el trabajo celular. En la figura 6 se puede apreciar que la mitocondria está rodeada por dos membranas, una externa y otra interna, y dos compartimentos. El primer compartimento lleno de fluido se encuentra entre las dos membranas cuya función es acumular protones (H^+). La membrana interna rodea al segundo compartimento o matriz mitocondrial, lugar donde ocurren la mayoría de las reacciones químicas relacionadas con la respiración celular. El plegamiento de la membrana interna forma las crestas mitocondriales, estructuras que aumentan el área favoreciendo la capacidad de la mitocondria para producir ATP.

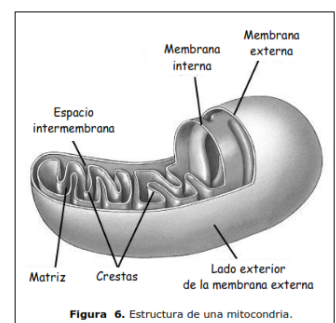


Figura 6. Estructura de una mitocondria.

C.- CLOROPLASTO: FÁBRICA DE ALIMENTO ESTROMA

Todas las partes verdes de una planta poseen cloroplastos y pueden llevar a cabo la fotosíntesis.

Son organelos de doble membrana, la interna forma las granas que contienen los tilacoides donde se encuentra la clorofila, pigmento de color verde, y el espacio restante se denomina estroma. La clorofila absorbe la energía solar que le permite al cloroplasto fabricar las moléculas de alimento.

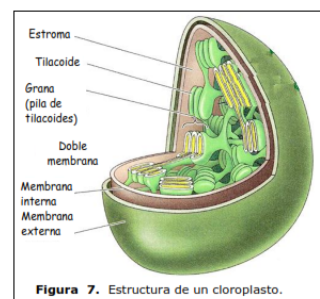


Figura 7. Estructura de un cloroplasto.

Teoría endosimbiótica

Esta teoría enunciada por Margulis (1970) propone para mitocondrias y cloroplastos un origen evolutivo procarionte. Ambos organelos presentan vestigios de su vida como organismos independientes. Se reproducen por fisión binaria como las bacterias, poseen ADN que codifica algunas de sus proteínas y presentan ribosomas similares a los organismos procariontes, esto último les da el carácter de organelos semiautónomos. El resto de las proteínas que son necesarias para el funcionamiento de estos organelos se las provee la célula.

CON UNA MEMBRANA

A.- RETÍCULOS ENDOPLASMÁTICOS

Son organelos formados por membrana simple de igual naturaleza que la membrana celular.

Existen dos variedades:

Retículo endoplasmático liso (REL). La mayor parte de su actividad es llevada a cabo por enzimas que se encuentran en sus membranas y que son capaces de:

- ✓ sintetizar lípidos: fosfolípidos y esteroides.
- ✓ participar en la eliminación de toxinas.
- ✓ almacenar calcio en las células musculares, donde recibe el nombre de **retículo sarcoplásmico**.

Retículo endoplasmático rugoso (RER). El término rugoso se refiere a la apariencia de este organelo en las microfotografías electrónicas, como resultado de la presencia de ribosomas en su superficie externa. Este retículo participa en tres funciones principales:

- ✓ fabricación de membranas.
- ✓ síntesis de proteínas.
- ✓ glicosilación parcial de proteínas y lípidos.

B.- APARATO DE GOLGI

Organelo empaquetador y exportador. En las células vegetales se denomina **Dictiosoma**. Las funciones en la que este organelo participa son:

- ✓ glicosilación de proteínas y de lípidos.
- ✓ empaquetamiento de ambos tipos de moléculas.
- ✓ formación de lisosomas y vesículas de secreción.
- ✓ formación de la pared celular primaria en células vegetales (**fragmoplasto**).

C.- SECRECIÓN (EXPORTACIÓN)

Las proteínas son liberadas en vesículas que se fusionan con los sacos del complejo de Golgi. En el complejo de Golgi se añaden carbohidratos a proteínas y lípidos (glucoproteínas y glucolípidos). En algunos tipos de células se añaden lípidos a las proteínas (lipoproteínas).

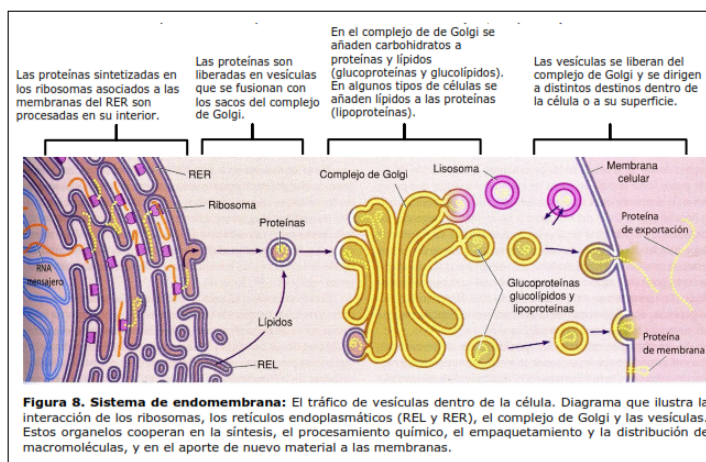


Figura 8. Sistema de endomembrana: El tráfico de vesículas dentro de la célula. Diagrama que ilustra la interacción de los ribosomas, los retículos endoplasmáticos (REL y RER), el complejo de Golgi y las vesículas. Estos organelos cooperan en la síntesis, el procesamiento químico, el empaquetamiento y la distribución de macromoléculas, y en el aporte de nuevo material a las membranas.

D.- LISOSOMA: DIGESTIÓN INTRACELULAR

Los lisosomas son organelos que contienen, en su interior, enzimas digestivas provenientes del RER, y tienen por función realizar la hidrólisis de macromoléculas orgánicas como proteínas, polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos. También degrada sustancias extrañas captadas por la célula. Respecto de la membrana de los lisosomas ella está formada por una bicapa de fosfolípidos, se origina en el aparato de Golgi y mide cerca de 1 µm de diámetro. La degradación de los nutrientes y de las sustancias extrañas captadas por la célula, ingresan en un proceso denominado fagocitosis, formándose así un fagosoma. Éste se fusiona con un lisosoma para así formar finalmente una vacuola digestiva, estructura en la que ocurre la digestión intracelular (Figura 9).

Las enzimas de la vacuola digestiva, hidrolizan rápidamente las partículas de los nutrientes. Estas reacciones se incrementan por la leve acidez del interior

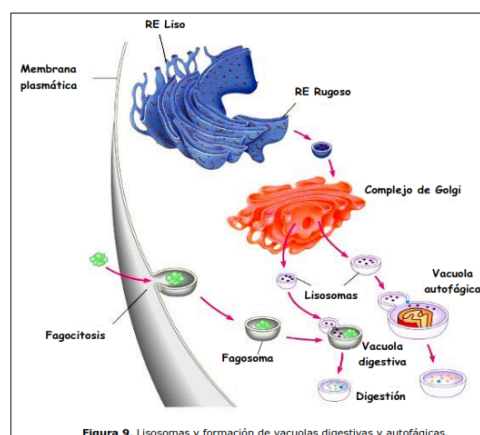
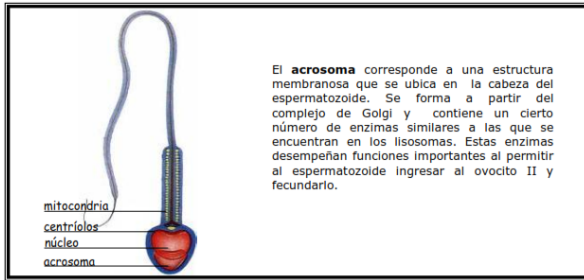


Figura 9. Lisosomas y formación de vacuolas digestivas y autofágicas.



del lisosoma, donde el pH es inferior al del citoplasma circundante. Los productos de la digestión salen a través de la membrana del lisosoma y proporciona moléculas de combustible y materias primas necesarias para otros procesos celulares. Una vez finalizado este proceso, la vacuola digestiva que aún contiene partículas no digeridas (residuos) se mueve hacia la membrana plasmática, se fusiona con ella y libera su contenido al exterior de la célula. Los lisosomas también tienen por función eliminar organelos envejecidos y, en general, digerir sus propias macromoléculas, proceso denominado autofagia (Figura 9). En este proceso se forma la vacuola autofágica en la cual se digieren las macromoléculas complejas a moléculas simples que salen del lisosoma a través de su membrana para ser reutilizados en el citoplasma de la célula.

E.- PEROXISOMA: DETOXIFICADOR INTRACELULAR

Organelo que contiene enzimas oxidativas que degradan ácidos grasos hasta Acetil Co-A, proceso denominado β oxidación, durante el cual se genera una sustancia tóxica para las células, el peróxido de hidrógeno o agua oxigenada (H_2O_2). El propio peroxisoma posee una enzima llamada catalasa que escinde o rompe al peróxido de hidrógeno convirtiéndolo en agua y oxígeno, desintoxicando a la célula.

Estos organelos abundan en las células del hígado donde eliminan sustancias tóxicas como el etanol. Las enzimas de los peroxisomas se sintetizan en ribosomas libres, los fosfolípidos también se importan a los peroxisomas desde el retículo endoplasmático liso. La incorporación de proteínas y fosfolípidos permite el crecimiento de los peroxisomas y la formación de nuevos peroxisomas mediante la división de los más viejos (autorreplicación).

F.- VACUOLA

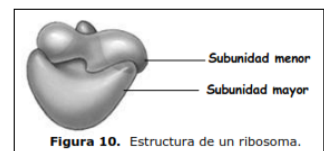
Se las puede considerar como cavidades rodeadas por membranas (tonoplasto) que pueden contener distintas sustancias y, por lo tanto, prestar diferentes funciones a la célula. Estos organelos son de variados tamaños, por ejemplo, en la célula vegetal ocupan el 90% o más del volumen celular. Esta gran vacuola resulta de la fusión de membranas provenientes de los retículos o del dictiosoma (complejo de Golgi) y puede contener sales minerales, almidón, proteínas y pigmentos, todo este conjunto de sustancias le confiere a esta vacuola un carácter hipertónico, es decir, con una alta capacidad para atraer agua, lo que en la célula vegetal genera la presión de turgencia.

En células animales, las vacuolas no se requieren para generar turgencia, pues son isotónicas. En organismos protistas, como, por ejemplo, el paramecio que vive en ambientes hipotónicos, por lo que ganan agua permanentemente, tienen una vacuola pulsátil que les permite eliminar el exceso de agua de manera activa. Otros protistas, como la ameba de vida libre, tienen vacuolas de tipo fagocitaria, de excreción, residual, entre otras.

2. ESTRUCTURAS NO MEMBRANOSAS

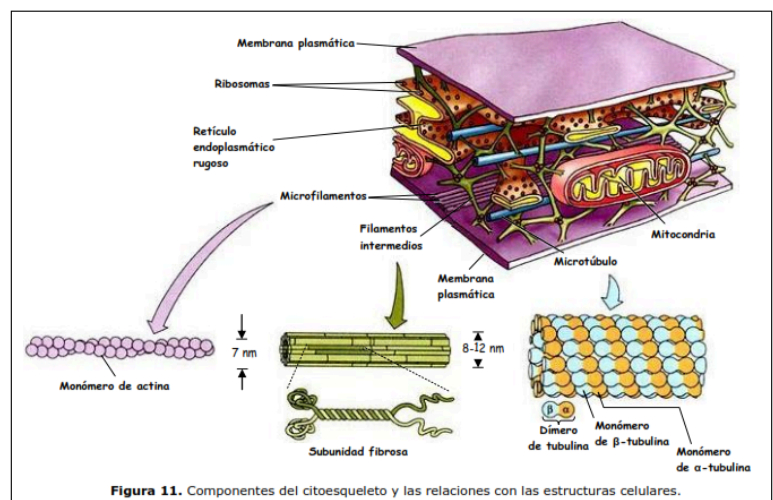
A.- RIBOSOMAS

Son estructuras del tipo ribonucleoproteínas, es decir, contienen ácido ribonucleico (RNA) en un 70% y el restante 30% corresponde a variadas proteínas de pequeño tamaño (Figura 10). Su rol fundamental es realizar la síntesis de proteínas. Se observan en todo tipo de células, en los procariontes están libres en el citoplasma en cambio en los eucariontes pueden estar libres en el citosol, donde ocurre síntesis de proteínas de uso interno, y también se encuentran adheridos a la carioteca y en el RER, organelo que sintetiza proteínas de exportación o secreción. También se encuentran en el interior de mitocondrias y cloroplastos.



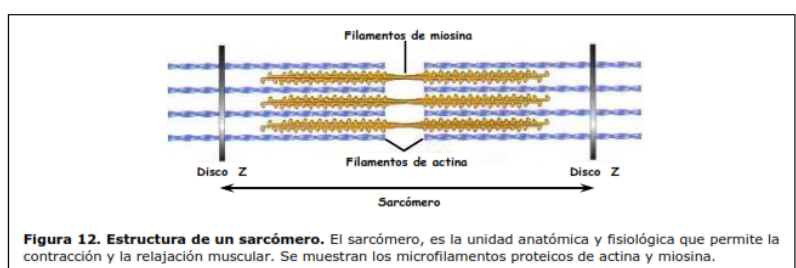
B.- CITOESQUELETO

El citoesqueleto es la base arquitectónica y dinámica de todas las células eucarióticas, por lo tanto, su organización tiene directa influencia en la estructura de los tejidos. Molecularmente, es una compleja asociación entre polímeros proteicos como los microfilamentos, microtúbulos y los filamentos intermedios con un conjunto variable de otras proteínas asociadas (Figura 11).



Microfilamentos

Son polimerizaciones de una proteína globular llamada actina y entre las funciones se destacan: dar rigidez a las microvellosidades de las células intestinales; formar o emitir pseudópodos permitiéndole a las células realizar el movimiento ameboideo; también son responsables de los



movimientos citoplasmáticos llamados ciclosis; formar, en células animales, un anillo contráctil asociado con miosinas en el tabique interfásico en la citodiéresis y también se encuentran asociados a la miosina en la célula muscular provocando la contracción muscular (Figura 12).

Microtúbulos

Resultan por polimerización de la proteína globular tubulina. Forman parte de cilios y flagelos, esenciales en el desplazamiento de protistas unicelulares, gametos y larvas de invertebrados; muy importantes en epitelios del oviducto y de las vías respiratorias; contribuyen en la morfogénesis celular; sirven como guías por las cuales se transportan proteínas y organelos en el citoplasma

celular; formar el huso mitótico a partir del centro celular, por lo tanto, ser responsables de los movimientos de los cromosomas; constituir los centríolos y los cuerpos basales que son las estructuras de anclaje de cilios y flagelos.

C.- CENTROSOMA

El centrosoma está localizado cerca del núcleo lo compone un par de centríolos y el material pericentriolar. Cada centríolo es una estructura cilíndrica compuesta por nueve complejos de tres microtúbulos (tripletes) dispuestos en forma circular. El eje longitudinal de uno de los centríolos está en ángulo recto con el eje longitudinal del otro. Alrededor de los centríolos se encuentra el material pericentriolar, que contiene cientos de complejos anulares formados por la proteína tubulina.

Estos complejos de tubulina constituyen el centro de organización del crecimiento del huso mitótico estructura fundamental en la división celular y también en la formación de microtúbulos en las células que no están en división activa. Previo a la división celular los centríolos se replican de manera que las siguientes generaciones celulares tengan la capacidad de dividirse (Figura 13).

Los centrosomas de las células vegetales carecen de centríolos, pero tienen microtúbulos bien organizados.

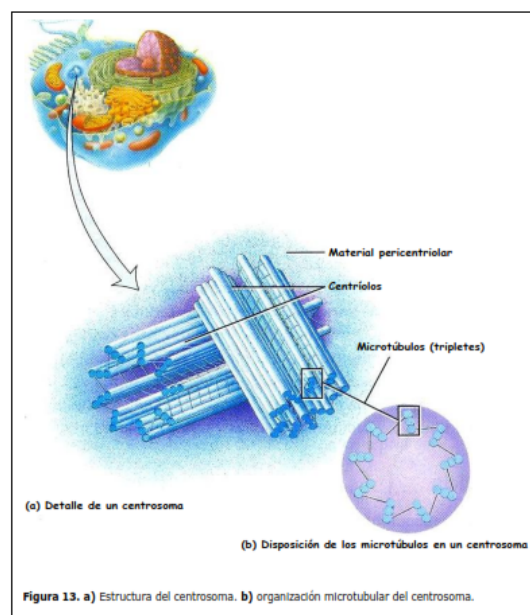


Figura 13. a) Estructura del centrosoma. b) organización microtubular del centrosoma.

D.- CILIOS Y FLAGELOS

Los cilios y flagelos son proyecciones celulares especializadas móviles de la superficie celular. Cada cilio contiene un núcleo de 20 microtúbulos rodeado por la membrana plasmática. Los microtúbulos se disponen así: dos centríolos rodeados por nueve complejos dos microtúbulos fusionados o dobletes. Cada cilio permanece unido a un cuerpo basal que se haya por debajo de la superficie de la membrana plasmática. La estructura de un cuerpo basal es similar a la de un centríolo y cumple funciones en el ensamblado tanto de cilios y de flagelos. El epitelio ciliado del tracto respiratorio, permite borrar fuera de los pulmones las partículas externas atrapadas en el moco, en la fibrosis quística la densidad anormal de mucosidad no permite el trabajo ciliar y con ello el funcionamiento normal del tracto respiratorio. El movimiento de los cilios también es paralizado por el humo del cigarrillo, por ello los fumadores tosen con frecuencia para eliminar las partículas extrañas de sus vías respiratorias. Las células ciliadas que revisten las trompas uterinas desplazan al embrión temprano hacia el útero. No

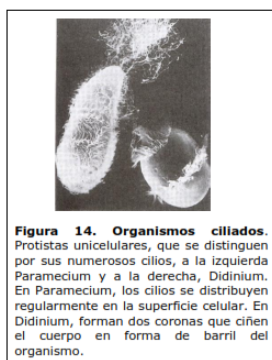


Figura 14. Organismos ciliados. Protistas unicelulares, que se distinguen por sus numerosos cilios, a la izquierda Paramecium y a la derecha, Didinium. En Paramecium, los cilios se distribuyen regularmente en la superficie celular. En Didinium, forman dos coronas que ciñen el cuerpo en forma de barril del organismo.

es de extrañar que las mujeres que fuman tengan mayor riesgo de embarazo ectópico (fuera del útero). Los flagelos mueven una célula entera, el único ejemplo en el cuerpo humano es la cola de los espermatozoides, que propulsa a éstos hacia su encuentro con el ovocito.

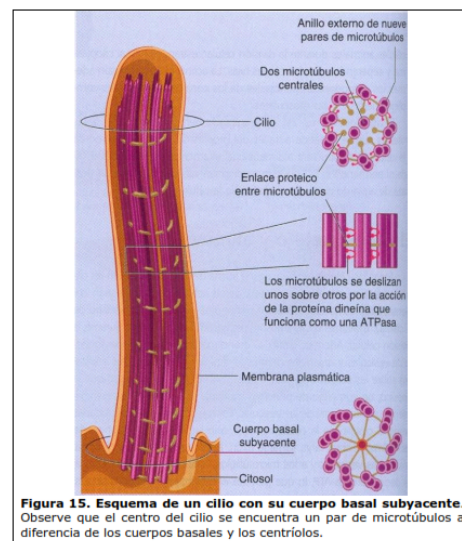


Figura 15. Esquema de un cilio con su cuerpo basal subyacente. Observe que el centro del cilio se encuentra un par de microtúbulos a diferencia de los cuerpos basales y los centríolos.

Filamentos intermedios

Están formados por varias proteínas, son fibrosos, no se polimerizan ni despolimerizan como los microtúbulos y los microfilamentos. Su función es resistir la tensión. Hay diferentes tipos de filamentos intermedios en función a la composición de sus proteínas y su distribución celular.

- Resumen de las funciones del citoesqueleto:
1. Participar en el movimiento ameboideo y en la emisión de pseudópodos (actina).
 2. Participar en la citodiéresis (actina).
 3. Determinar el movimiento y separación de los cromosomas (microtúbulos).
 4. Producir el movimiento de cilios y/o flagelos (microtúbulos).
 5. Participar en la contracción muscular (actina y miosina = microfilamentos).
 6. Determinar la forma típica de la célula (filamentos intermedios).
 7. Mantener los organelos en el lugar más adecuado para la célula.

Inclusiones

Acumulación de material de reserva o sustancias no protoplasmáticas dentro del citosol. Generalmente, productos metabólicos de desecho o secreciones, entre otras. Como ejemplo de inclusiones se puede citar a la melanina en el citoplasma de células de la piel, pelo y ojos, el glucógeno, en células musculares e hígado y los triglicéridos en los adipocitos.

COMPARACIÓN ENTRE CÉLULA ANIMAL Y VEGETAL

Es importante establecer un paralelo entre las células animales y vegetales, destacando que las células vegetales, en contraste con las animales, poseen una envoltura resistente (pared celular), cloroplastos capaces de captar y utilizar la energía solar en la síntesis de almidón y una vacuola de gran tamaño que le da turgencia. Además, durante la división celular de la célula vegetal, no se forman ásteres debido a la ausencia de centriolos (mitosis anastral), Figura 16.

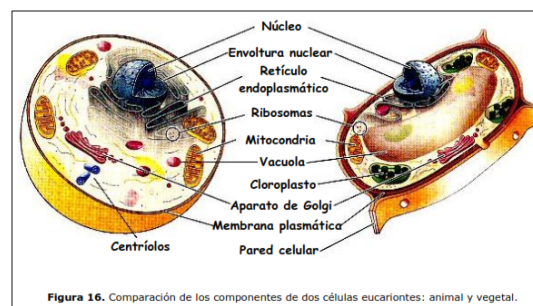


Figura 16. Comparación de los componentes de dos células eucariotas: animal y vegetal.

GLOSARIO

- **División Anastral:** División en células vegetales en las cuales no hay centriolos (no forman ásteres), pero sí existen centros organizadores de microtúbulos.
- **División Astral:** División en células animales en las cuales hay centriolos (forman ásteres).
- **Centriolos:** Par de estructuras cilíndricas pequeñas ubicadas en el citoplasma de las células animales y dispuestas perpendicularmente entre sí.
- **Ciclosis:** Movimiento del citoplasma de las células vegetales provocado por el movimiento de los microfilamentos.
- **Citoplasma:** Sección de la célula que se encuentra ubicada entre la membrana plasmática y el núcleo.
- **Citosol:** Contenido del citoplasma. Se excluyen los organelos. Término utilizado originalmente en bioquímica por fusión de citoplasma soluble, corresponde a la fracción soluble obtenida en la técnica de fraccionamiento subcelular.
- **Cromatina:** Asociación entre ADN y proteínas (histónicas y no histónicas).
- **Fagosoma:** Tipo de vesícula endocítica formada durante el proceso de fagocitosis.
- **Granos:** Estructuras características de los cloroplastos formadas por discos apilados membranosos (tilacoides) que limitan un espacio intertilacoidal. Es en la membrana interna de los tilacoides donde se encuentran la clorofila y los carotenoides (pigmentos fotosintéticos) y también es el lugar donde ocurren las reacciones en las cuales la energía lumínica se convierte en energía química.
- **Glicosilación:** Proceso químico en el cual se le adicionan carbohidratos a proteínas (glicoproteínas), o bien, a lípidos (glicolípidos).
- **Organelo:** Cuerpo rodeado de membrana que se encuentra en el citoplasma de una célula.
- **Movimiento ameboide:** Movimiento que realiza un protozoo unicelular (ameba) mediante la emisión de pseudópodos o pseudopios, que le sirven para su desplazamiento.
- **Retículo sarcoplásmico:** Corresponde al retículo endoplasmático modificado en las células musculares y tiene por función almacenar el calcio durante la relajación para su posterior liberación durante la contracción muscular.
- **Sarcómero:** Segmento de una célula muscular estriada limitada entre dos líneas Z. Constituye la unidad estructural y fisiológica de la contracción muscular.
- **Teoría endosimbiótica:** Teoría que explica el origen de las mitocondrias y de los cloroplastos.
- **Tilacoides:** Discos membranosos ubicados en los cloroplastos que contienen los fotosistemas y las enzimas necesarias para la síntesis de ATP que se usan durante la fase clara de la fotosíntesis.
- **Vesícula:** Saco pequeño intracelular, limitado por membrana, que contiene sustancias en su interior.

RESPONDA A PARTIR DE LA GUÍA

Realiza las siguientes preguntas de alternativas. Si tienes dudas, anótalas y coméntalas en la clase o en el correo katherine.urbina@ug.uchile.cl (indicando claramente a qué alumno corresponde esa pregunta).

1. Si se bloquea con un reactivo la acción del aparato de Golgi NO tendría mayor efecto en la (el)

- hidrólisis de los alimentos en el tubo digestivo.
- replicación semiconservativa del ADN.
- función del espermatozoide.
- control de la glicemia.
- digestión intracelular.

2. Mitocondrias y cloroplastos tienen en común

- tener ribosomas.
 - poseer doble membrana.
 - dividirse por fisión binaria.
- Es (son) correcto(s)

- A) solo I.
- B) solo II.
- C) solo III.
- D) solo I y II.
- E) I, II y III.

3. Se realizó en trabajo de laboratorio en el cual se quería constatar la síntesis de moléculas en tres organelos (1, 2 y 3). Los datos se presentaron en la siguiente tabla (con una X se marca donde hubo síntesis)

organelo	SÍNTESIS			
	ácidos nucleicos	proteínas	ATP	glucosa
1	X	X	X	X
2	X			
3	X	X	X	

Considerando los resultados de este trabajo, es correcto inferir que el organelo

- I) 1 está presente en toda célula vegetal.
- II) 2 se encuentra en toda célula eucarionte.
- III) 3 se observa tanto en las células procariontes como eucariontes.

- A) Solo I.
- B) Solo II.
- C) Solo III.
- D) Solo I y II.
- E) I, II y III.

4. El retículo endoplasmático es parte del sistema de endomembranas, en este organelo ciertas moléculas lipídicas y proteicas pueden ser

- I) sintetizadas.
- II) almacenadas.
- III) transportadas.

Es (son) correcta(s)

- A) solo I.
- B) solo II.
- C) solo III.
- D) solo I y II.
- E) I, II y III.

5. La siguiente tabla muestra las características de 3 tipos de células estudiadas.

	Célula 1	Célula 2	Célula 3
Pared Celular	Si	No	Si
Membrana Plasmática	Si	Si	Si
Mitocondrias	Si	Si	No
Cloroplastos	Si	No	No
Centríolos	No	Si	No
Núcleo	Si	Si	No

Del análisis de los datos entregados por la tabla, es correcto inferir que la célula

- I) 1 corresponde a una célula vegetal.
- II) 2 experimenta crenación en un medio hipertónico.
- III) 3 posee el ADN circular y sin histonas.

- A) solo I.
- B) solo II.
- C) solo I y II.
- D) solo I y III.
- E) I, II y III.

6. Es correcto afirmar que tanto el núcleo como los cloroplastos poseen

- I) nucleótidos de desoxirribosa.
- II) biocatalizadores.
- III) nucléolos.

- A) solo I.
- B) solo II.
- C) solo I y II.
- D) solo I y III.
- E) I, II y III.

7. Si experimentalmente se aplica un potente detergente a estructuras celulares, NO se dañarían los

- A) lisosomas.
- B) ribosomas.
- C) cloroplastos.
- D) peroxisomas.
- E) mitocondrias.

8. De las siguientes afirmaciones; ¿cuál(es) es (son) aplicable(s) a los organelos celulares?

- I) Separar reacciones químicas en el tiempo y el espacio.
- II) Ser compartimientos membranosos.
- III) Ser propias de los eucariontes.

- A) Solo II.
- B) Solo I y II.
- C) Solo I y III.
- D) Solo II y III.
- E) I, II y III.

9. ¿Cuál(es) afirmación(es) son característica(s) común(es) a mitocondrias y cloroplastos?

- I) Su origen procarionte.
- II) Se reproducen por fisión binaria.
- III) Poseen su propio DNA y ribosomas.

- A) Solo I.
- B) Solo II y III.
- C) Solo I y III.
- D) Solo I y III.
- E) I, II y III.

10. En el núcleo interfásico es posible identificar

- I) mitocondrias.
- II) uno o más nucléolos.
- III) eurocromatina descondensada.

- A) solo II.
- B) solo I y II.
- C) solo I y III.
- D) solo II y III.
- E) I, II y III.

11. Respecto a los seres vivos, ¿cuál de los siguientes enunciados es correcto?

- a) Todos los elementos químicos presentes en los seres vivos, también se encuentran en el resto del universo.
- b) La composición de carbono corresponde al mismo porcentaje tanto en corteza terrestre como en los seres vivos.
- c) Los elementos traza son de vital importancia para los seres vivos.
- d) La composición elemental de los seres vivos y del resto del universo es distinta.
- e) La corteza terrestre se compone principalmente de carbono.

12. ¿Cuál de las siguientes opciones corresponde a una característica común entre las mitocondrias, los cloroplastos y el núcleo de una célula vegetal?

- A) Los tres organelos presentan compartimientos membranosos en su interior.
- B) Los tres organelos presentan estructuras con una monocapa de fosfolípidos.
- C) Los tres organelos presentan material genético.
- D) Los tres organelos presentan cadena de transporte de electrones.