



## LA CÉLULA

Las **células animales y vegetales** se encuentran dentro del tipo de organización celular eucariota. Éstas se caracterizan por tener su material genético (ADN) dentro de un núcleo rodeado de una membrana biológica. También poseen diversos orgánulos, compartimentos limitados por membranas biológicas, los cuales llevan a cabo diferentes funciones. Otra de las características distintivas de este tipo de organización celular es el citoesqueleto: conjunto de filamentos proteicos que le proporcionan una compleja estructura interna.

En una célula eucariótica podemos distinguir tres partes fundamentales: **membrana citoplasmática**, **citoplasma** y **núcleo**. Además, las células vegetales tienen una gruesa pared de celulosa, por fuera de la membrana citoplasmática, la **pared celular** (Figura 1).

La **membrana citoplasmática** es una capa continua que rodea a la célula y la separa del medio externo. El **citoplasma** es la parte de la célula que está comprendida entre la membrana citoplasmática y la membrana nuclear. Está formado por un medio acuoso, el **citósol**, en el cual se encuentran inmersos los **ribosomas** y los **orgánulos**. Los ribosomas son partículas compuestas por ARN ribosómico y proteínas. Los orgánulos son estructuras o subcompartimentos rodeados por membranas biológicas especializados en llevar a cabo una función particular. Algunos de los orgánulos más importantes de las células animales son: retículo endoplasmático (RE), complejo o aparato de Golgi, vacuolas (pequeñas o ausentes), vesículas (peroxisomas y lisosomas) y mitocondrias (Figura 2). Existen algunos orgánulos exclusivos de las células vegetales: plástidos (cloroplastos, cromoplastos y leucoplastos: amiloplastos) y glioxisomas (vesículas provenientes del aparato de Golgi) (Figura 1). Además, la célula vegetal se caracteriza por poseer una vacuola grande que cumple funciones particulares. El **núcleo** suele ocupar una posición central, aunque en las células vegetales suele estar desplazado hacia un lado y contiene la mayor parte del ADN celular o sea la información genética.

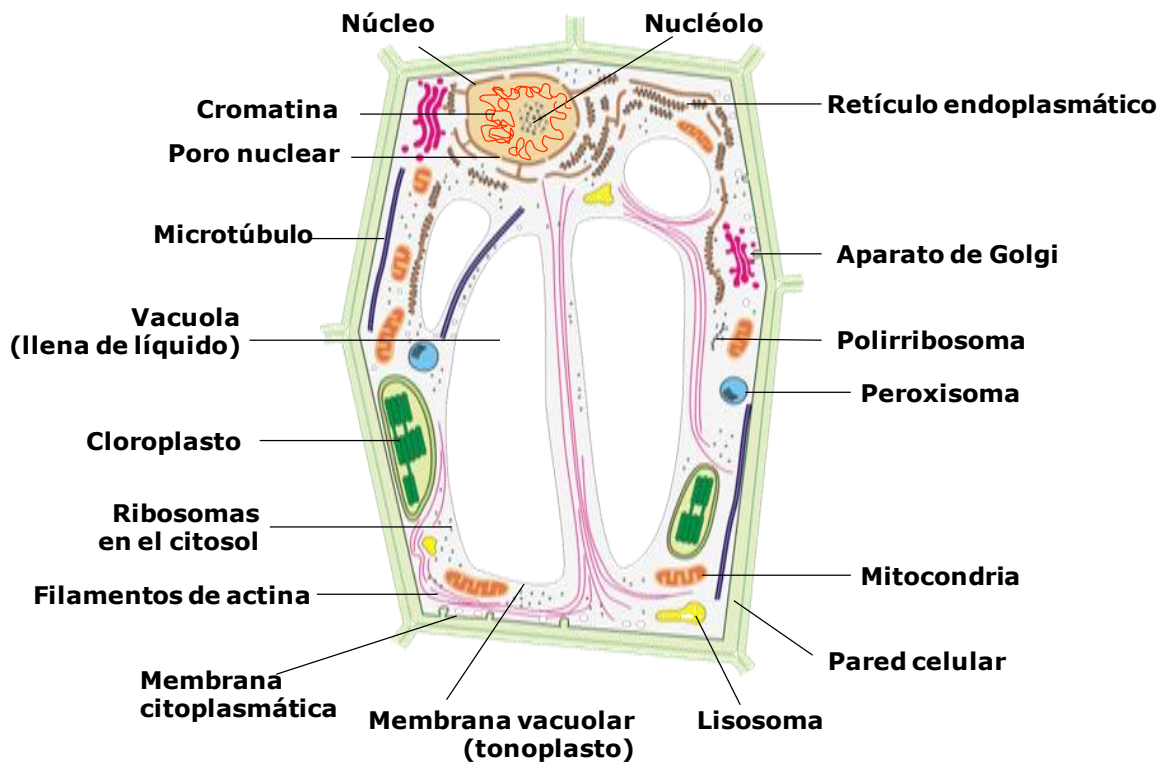


Figura 1. Esquema de una célula vegetal.

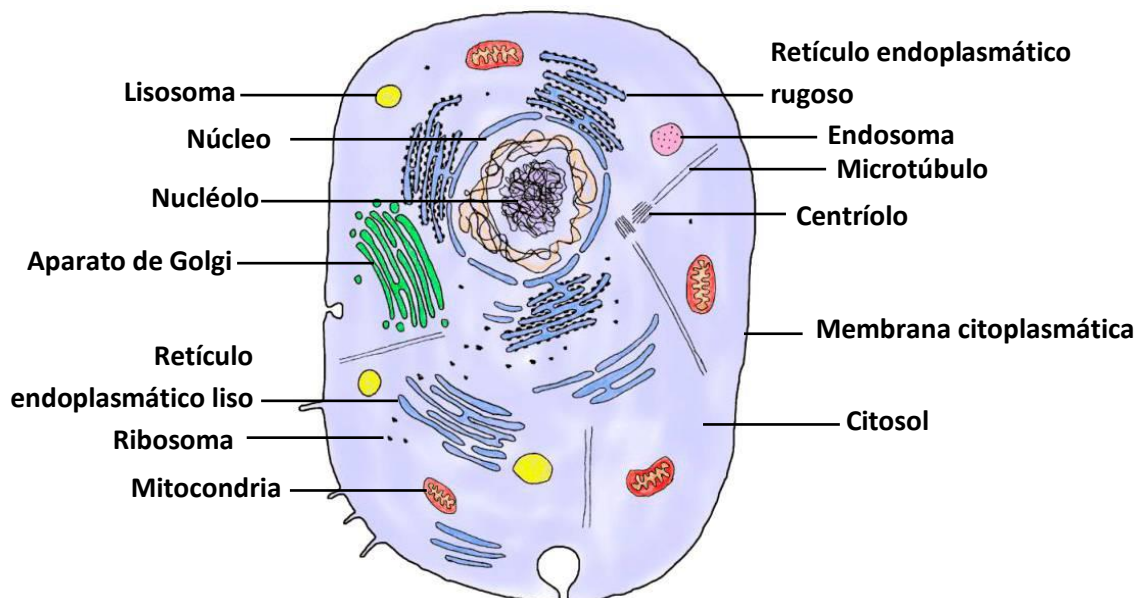


Figura 2. Esquema de una célula animal.

## **LAS MEMBRANAS BIOLÓGICAS: LA MEMBRANA CITOPLOSMÁTICA**

Para que las células puedan llevar a cabo las reacciones químicas necesarias para la vida, deben mantener un medio interno adecuado y compartimentalizado. Esto se logra a través de la presencia de membranas biológicas, las cuales tienen la misma estructura y composición como se verá más adelante (la bicapa lipídica).

La membrana biológica que rodea a la célula se denomina **membrana citoplasmática**. Esta membrana no se limita a encerrar el variado contenido de la célula, si no que actúa eficazmente, controlando la entrada y salida de materia a la célula. Así, permite el paso de los nutrientes y de otros compuestos necesarios hacia el interior de la célula, mientras que las moléculas que no son necesarias permanecen en el exterior o son desechadas desde el interior.

Todas las membranas biológicas, ya sea la membrana citoplasmática o las membranas internas que rodean a los orgánulos de las células eucarióticas, tienen una estructura general común: están formadas por una **bicapa lipídica** asociada de diversas formas a **proteínas** particulares (Figura 3). Los tres tipos principales de lípidos de membrana son: los fosfolípidos, los más abundantes; los glucolípidos y el colesterol. Dichos lípidos son anfipáticos, es decir tienen un extremo hidrofílico y otro hidrofóbico; por ello en un medio acuoso forman espontáneamente bicapas con los extremos hidrofílicos hacia afuera de la bicapa y las colas hidrofóbicas hacia el interior de la bicapa.

Estas bicapas tienen la propiedad de ser fluidas, por eso decimos que la membrana citoplasmática tiene una estructura de mosaico fluido. La fluidez es una de las características más importantes de las membranas y depende de varios factores:

- La temperatura, la fluidez aumenta al aumentar la temperatura.
- La naturaleza de los lípidos, la presencia de lípidos insaturados y de cadena corta favorecen el aumento de fluidez.
- La presencia de colesterol endurece las membranas, reduciendo su fluidez y permeabilidad.

Otra propiedad de las bicapas lipídicas es que, debido a su interior hidrofóbico son muy impermeables a los iones y a la mayor parte de las moléculas polares.

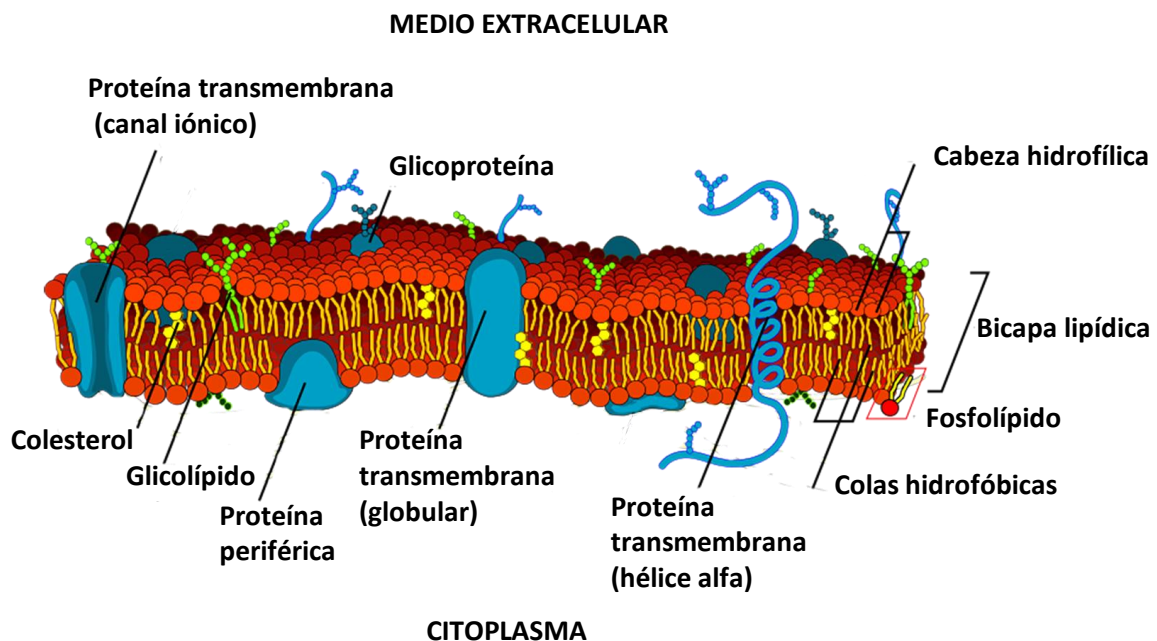
Las moléculas que atraviesan la bicapa son:

- Moléculas no polares que se disuelven fácilmente en la bicapa.
- Moléculas polares de tamaño muy reducido, como por ejemplo el agua.

Las proteínas de la membrana se pueden asociar a la bicapa lipídica de las siguientes formas: muchas proteínas de membrana atraviesan la bicapa de un extremo a otro,

denominándose por ello **proteínas transmembrana**. Estas proteínas tienen una parte central hidrofóbica, que interactúa con la región hidrocarbonada de la bicapa y dos extremos hidrofílicos que interactúan con el exterior e interior de la célula. Existen otras proteínas que se encuentran en la superficie de la bicapa, ya sea en la cara externa o interna de la membrana. Entre ellas se encuentran las **glicoproteínas**, así como también hay **glicolípidos**.

Las principales funciones de la membrana son: separar a la célula de su entorno, separar a los orgánulos del citosol, controlar el intercambio de sustancias entre la célula (u orgánulos) y el medio y reconocer ciertas sustancias.



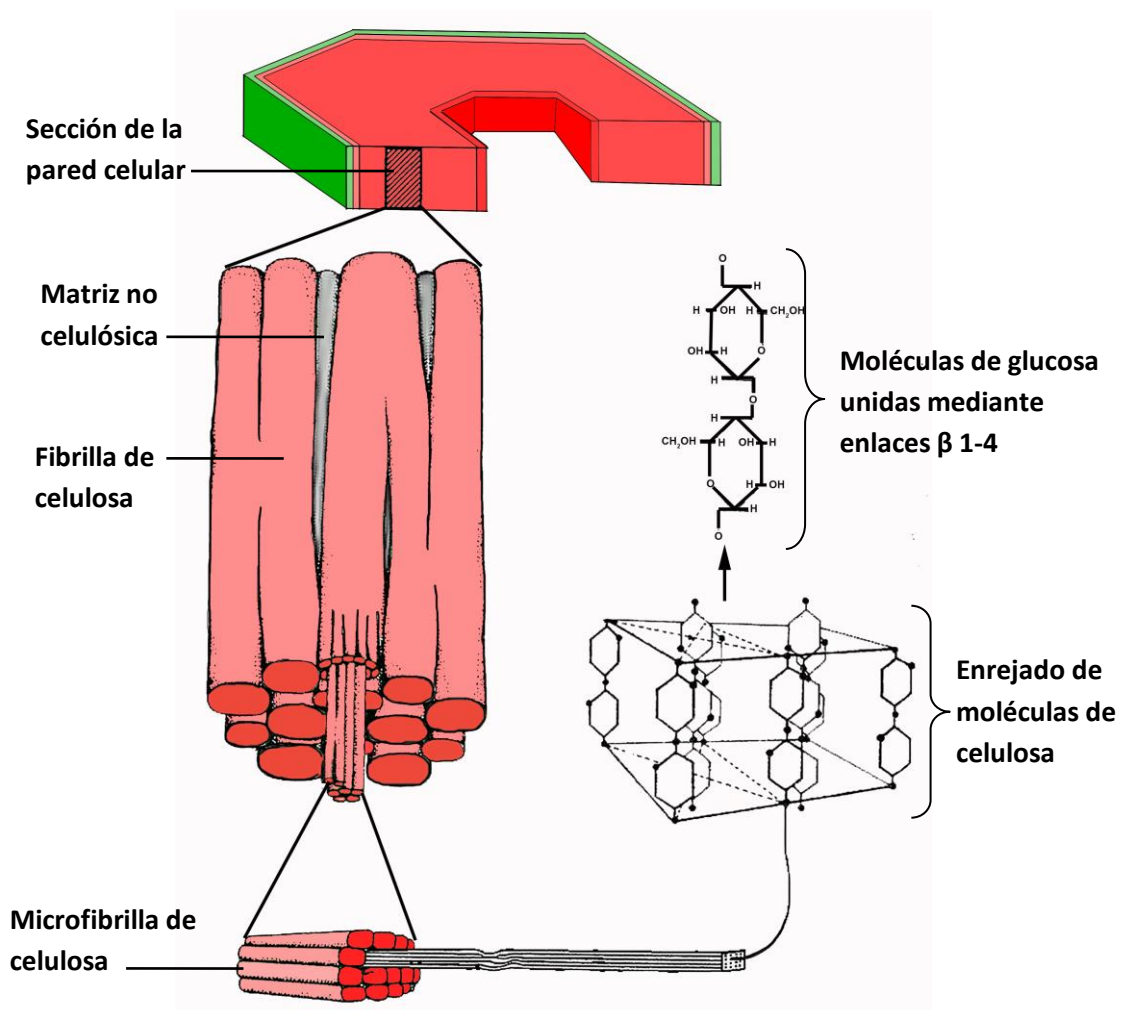
**Figura 3.** Esquema de una membrana biológica (modelo de mosaico fluido)

### LA PARED CELULAR

La pared celular le brinda estructura a las células vegetales y sirve de sostén mecánico a los órganos de la planta, especialmente las paredes fuertes y rígidas. Además, participa en otras actividades de la planta como son la absorción, la transpiración, el transporte y la secreción.

La pared celular es una gruesa cubierta situada sobre la superficie externa de la membrana citoplasmática. La misma está formada por **fibras de celulosa** asociada con otros **polisacáridos**, **hemicelulosa** y **sustancias pecticas**. Otras sustancias orgánicas pueden estar presentes, como la cutina, en las células epidérmicas, o suberina, en las células del súber (tejido de protección secundario).

La celulosa es un **polisacárido** lineal, largo y recto formado por moléculas de **glucosa** unidas mediante **uniones  $\beta$  1-4** (unión glucosídica fuerte) (Figura 4). En la Figura 4 se observa la estructura detallada (ultraestructura) de la pared celular. La pared celular esta formada por un **marco celulósico** y una **matriz no celulósica**. El marco celulósico está formado por **fibrillas de celulosa** (también llamadas macrofibrillas de celulosa) interpenetrado por la matriz no celulósica. Cada fibrilla está formada por un conjunto de **microfibrillas de celulosa** y cada microfibrilla por un conjunto de **cadena de celulosa** unidas por puentes de hidrógeno formando un enrejado especial.



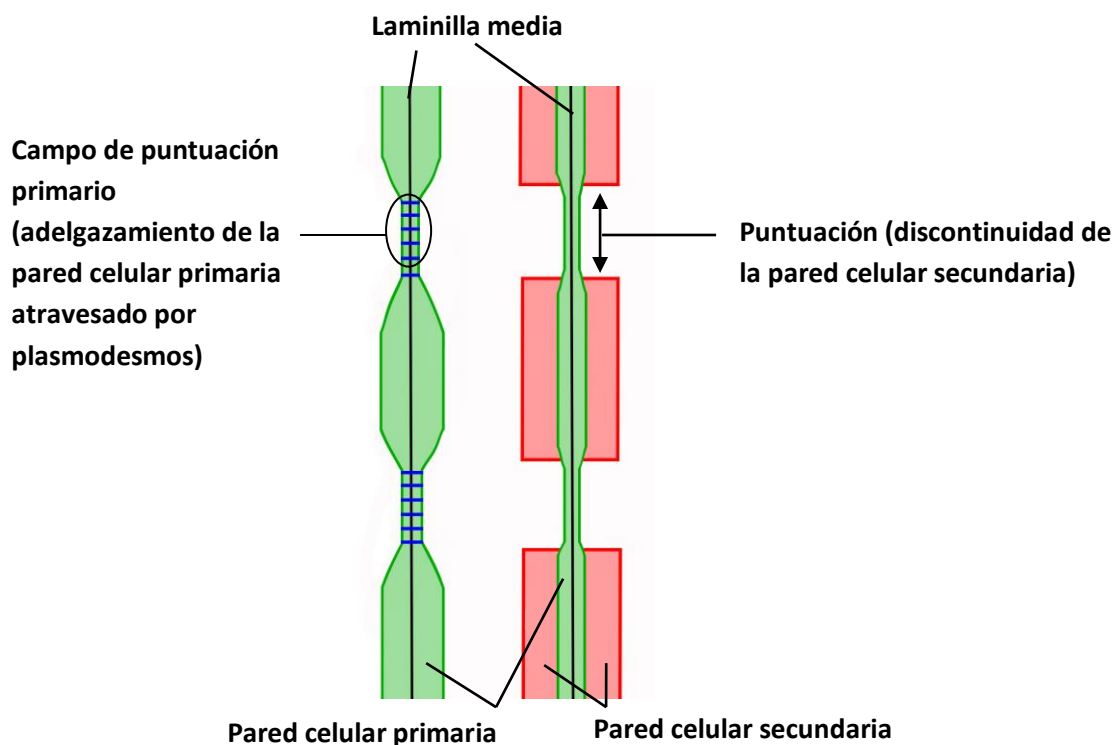
**Figura 4.** Ultraestructura de la pared celular de una célula vegetal.

El método de crecimiento de la pared celular, la cantidad de crecimiento y la disposición de las microfibrillas en los incrementos sucesivos de la pared celular producen una estratificación de la misma. Cada célula forma su propia pared de afuera hacia adentro de modo que la capa más vieja de una pared se encuentra en la posición mas externa de la

célula y la más nueva se encuentra más próxima a la membrana citoplasmática. Las primeras capas que se forman constituyen la **pared celular primaria**. En algunos tipos celulares se depositan capas adicionales y forman la **pared celular secundaria** (contiene alta proporción de celulosa, lignina y/o suberina). La zona en que se unen las paredes primarias de dos células contiguas se denomina **laminilla media** (sustancia de naturaleza péctica que a menudo se lignifica).

El paso de sustancias a través de la pared celular está favorecido por la presencia de modificaciones de la pared celular. Las **paredes secundarias** muestran discontinuidades características llamadas **puntuaciones** (Figura 5). Las puntuaciones son el resultado de la deposición diferencial de la pared celular secundaria (no se deposita pared celular secundaria en el sitio correspondiente a la puntuación). Generalmente cada puntuación se opone con otra puntuación de la célula vecina formando un par de puntuaciones. En el medio del par de puntuaciones quedan las paredes celulares primarias y la laminilla media de las células involucradas.

Las paredes primarias presentan depresiones denominadas **campos de puntuaciones primarias**, que es un lugar delgado de la pared celular que es atravesado por **plasmodesmos** (Figura 5). Los plasmodesmos son conexiones citoplasmáticas que atraviesan la pared celular entre células contiguas.



**Figura 5.** Modificaciones de la pared celular. Campos de puntuación primaria y puntuaciones.

## EL CITOPLASMA

Como fue mencionado previamente el citoplasma se define como la parte de la célula que está comprendida entre la membrana citoplasmática y la membrana nuclear. Por lo tanto, el citoplasma está formado por un medio acuoso que se denomina **citosol**, en el cual se encuentran inmersos los **orgánulos** y los **ribosomas**. Los orgánulos son una de las características básicas de las células eucarióticas y se diferencian gracias a un complejo sistema de membranas biológicas internas, que los delimitan. Cada orgánulo tiene una función específica que permite a la célula realizar simultáneamente numerosas reacciones químicas específicas e incompatibles y, al mismo tiempo, transportar los productos de dichas reacciones a sus lugares de destino.

A continuación, estudiaremos los principales orgánulos de la célula eucariota.

## 1) ORGÁNULOS QUE PROCESAN INFORMACIÓN

### 1.1) El núcleo

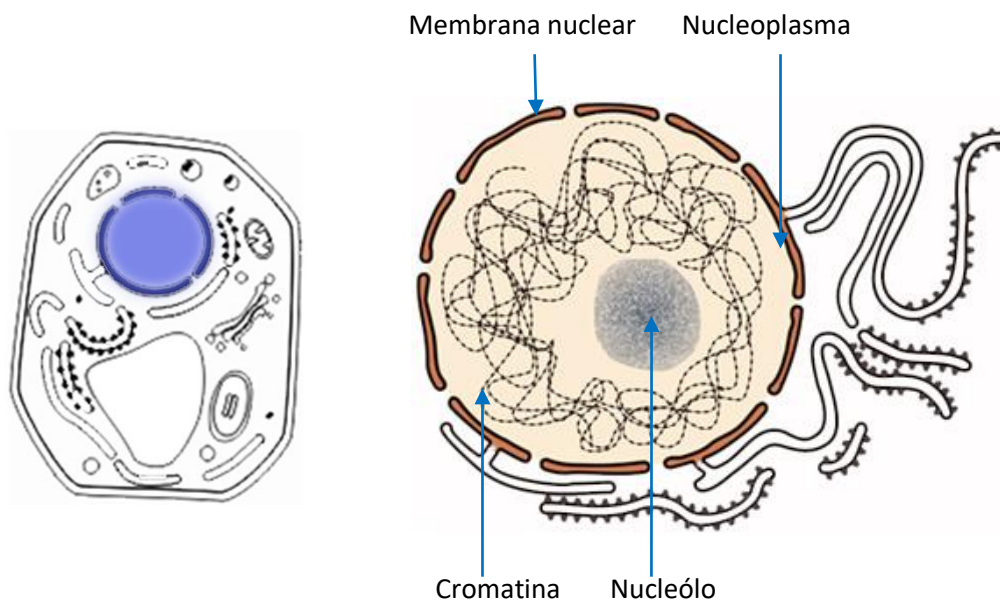
Una célula contiene una serie de instrucciones destinadas a asegurar su funcionamiento y su reproducción. Estas instrucciones están contenidas en genes, constituidos por porciones de ADN y localizados en los cromosomas. En los organismos eucariotas los cromosomas están protegidos por una membrana biológica que delimita el núcleo de la célula.

En el núcleo tienen lugar procesos tan importantes como la **replicación del ADN** y la **transcripción del ARN**. La replicación del ADN es un proceso, gracias al cual, cuando una célula se divide se obtienen dos células hijas con idéntica información y control que la célula madre. Además, también sirve para la formación de células encargadas en la reproducción de las especies.

El núcleo es una estructura constante en la célula eucariótica y su constitución varía a lo largo de la vida de la célula, distinguiéndose dos períodos: período de división y período de interfase. Durante el primer período la célula se divide para originar células hijas, y durante el segundo el ADN se transcribe y la célula realiza su actividad normal o se replica para prepararse para la división. En esta etapa de estudio vamos a referirnos al núcleo durante la interfase.

La forma del núcleo es muy variable aunque generalmente predomina la esférica. El tamaño es variable, aunque existe una relación entre el tamaño del núcleo y el tamaño de la célula. Su posición normalmente suele ser central, aunque en las células vegetales suele estar desplazado, debido al tamaño de las vacuolas. En general las células suelen tener un solo núcleo, aunque hay células que tienen varios núcleos.

En el núcleo interfásico se puede distinguir los siguientes componentes: **membrana nuclear, nucleoplasma, cromatina y nucleólo** (Figura 6).



**Figura 6.** Esquema de la célula y de la ultraestructura del núcleo.

- ✓ **Membrana nuclear.** Está formada por dos membranas, externa e interna, con la misma estructura que la membrana citoplasmática. Debajo de la membrana interna se encuentra una capa de proteínas fibrilares denominada lámina nuclear. La membrana nuclear presenta poros que permiten el paso de sustancias del núcleo al citoplasma y viceversa. La lámina nuclear induce la aparición y desaparición de la envoltura nuclear y es fundamental para la constitución de los cromosomas a partir de la cromatina.
- ✓ **Nucleoplasma.** Es un gel formado fundamentalmente por proteínas, la mayoría enzimas implicadas en la duplicación del ADN y la transcripción. En el nucleoplasma se encuentra inmersa la cromatina.
- ✓ **Cromatina.** Se le llama así por teñirse fuertemente por ciertos colorantes. Está formada por ADN asociado a proteínas. Las proteínas de la cromatina son de dos tipos, histonas y no histonas. Por otro lado, en el núcleo eucariótico hay varias moléculas de ADN, cuyo número varía según las especies; cada molécula de ADN, con sus proteínas asociadas, constituye un cromosoma.



Las moléculas de ADN son muy largas, ya que miden varios centímetros de longitud, pero han de caber en un núcleo de unos micrómetros de diámetro. Por eso se encuentran extraordinariamente compactadas, formando la cromatina, la cual está formada por unidades repetitivas denominadas nucleosoma, unidas por ADN. Cada nucleosoma está formado por ocho moléculas de histonas, que forman un núcleo alrededor del cual la molécula de ADN da 1,75 vueltas (166 pares de bases), y mantenido por una histona; dando lugar a una fibra de cromatina de 10 nm de diámetro (modelo de collar de perlas).

La estructura de collar de perlas se puede plegar en una nueva estructura llamada estructura helicoidal, dando lugar a una fibra cromatínica de 30 nm de diámetro (modelo de solenoides).

Durante la división celular la fibra de cromatina se pliega mucho más, para dar lugar a los cromosomas.

Se distingue dos tipos de cromatina:

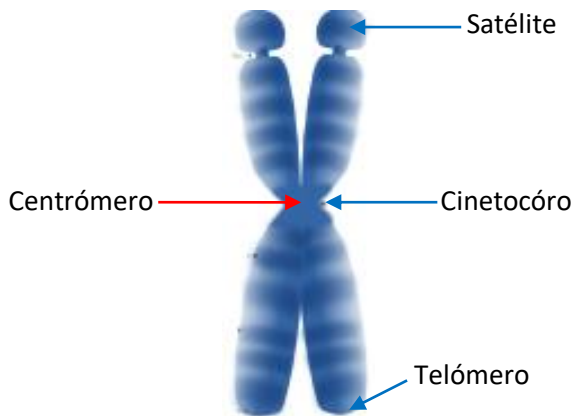
- La eucromatina cuya mayor parte está en forma de solenoides y otra parte en forma de collar de perlas.
- La heterocromatina, o cromatina altamente condensada que recuerda la cromatina de las células en fase de cromosomas.

### ***Cromosomas***

Cuando la célula va a dividirse la cromatina se condensa mucho. El último nivel de compactación representa el cromosoma, en el que el ADN ha sido condensado unas 10.000 veces. A lo largo de este proceso, los cromosomas se acortan y engruesan, con lo cual se hacen visibles al microscopio óptico. Su forma varía de unos a otros dentro de la misma especie y de una especie a otra.

En un **cromosoma** pueden distinguirse las siguientes partes (Figura 7):

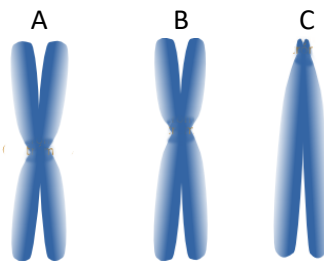
- **Centrómero**, estrechamiento que divide al cromosoma en dos partes, que pueden ser iguales o desiguales, denominadas brazos.
- **Cinetócoro**, estructura del centrómero a la que se pueden unir los microtúbulos.
- **Telómero**, los extremos del cromosoma.
- **Satélite**, es una zona del cromosoma con aspecto redondeado que se une a una constricción secundaria de tamaño variable. Algunas de estas constricciones secundarias contienen el organizador nucleolar (nor). Se trata de una zona del cromosoma en la que están los genes que codifican los ARN ribosómicos.



**Figura 7.** Estructura de un cromosoma (duplicado)

Según la posición del Centrómero se distinguen los siguientes tipos de cromosomas:

- *Metacéntricos* cuando el centrómero está más o menos centrado, con lo que los brazos del cromosoma son aproximadamente iguales (Figura 8 A).
- *Submetacéntricos* si la posición del centrómero hace que los brazos sean desiguales (Figura 8 B).
- *Telocéntricos* en los que el centrómero está tan cerca de uno de los telómeros que prácticamente sólo existe un brazo (Figura 8 C).



**Figura 8.** Tipos de cromosomas. A) Metacéntrico B) Submetacéntrico C) Telocéntrico.

Respecto al número de cromosomas de las células, podemos hacer las siguientes generalizaciones:

- Las células de los organismos de la misma especie tienen el mismo número de cromosomas y éstos tienen una forma y un tamaño característicos.
- Normalmente el número de cromosomas de las células de los animales y vegetales es par, pues cada célula tiene dos copias de un mismo cromosoma (cromosomas homólogos); estas células se denominan diploides. Las células que tienen una sola copia se denominan haploides.

- ✓ **Nucléolo.** en él se concentran los genes ribosómicos, es decir aquellos que codifican el ARN ribosómico. El ADN correspondiente a estos genes contiene una región denominada organizador nucleolar (nor), que permite la reunión de todos los genes ribosómicos aunque estén dispersos en varias cromosomas.

En el nucléolo se encuentra además del ADN, las proteínas ribosómicas que se unen con ARN ribosómico dando lugar a las partículas precursoras de los ribosomas. Estas partículas salen al citoplasma por los poros del núcleo y tras su maduración se transforman en ribosomas.

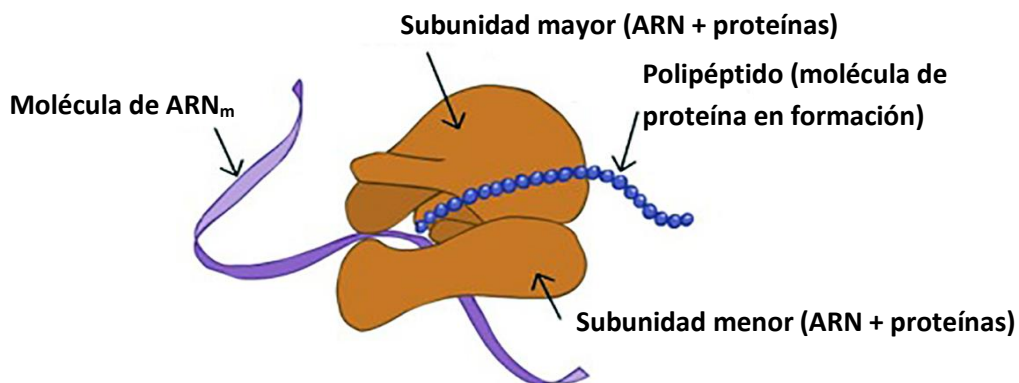
## 1.2. Ribosomas

Si bien por definición no son orgánulos debido a que no se encuentran rodeados por una membrana biológica, los mismos son partículas del citoplasma que realizan funciones particulares. Los ribosomas están formados por dos subunidades, una más pequeña y la otra de mayor tamaño (Figura 10). Cada subunidad está formada por moléculas de ARN asociadas a proteínas.

Los ribosomas pueden encontrarse libres en el citoplasma o unidos a la cara externa de la membrana del retículo endoplasmático (RE). También se encuentran ribosomas en el interior de las mitocondrias y de los cloroplastos.

Los ribosomas unidos al RE sintetizan las proteínas del RE, aparato de Golgi, membrana citoplasmática y las destinadas a ser secretadas por la célula. En los ribosomas libres se sintetizan otras proteínas con diversas funciones.

La formación de los ribosomas comprende la síntesis del ARN ribosómico, que tiene lugar en el nucléolo, y el ensamblaje de ARN ribosómico con las correspondientes proteínas que fueron sintetizadas en el citoplasma y entraron en el núcleo por los poros nucleares. A continuación de este ensamblaje, se constituyen las dos subunidades de los ribosomas, que luego salen al citoplasma por los poros.



**Figura 10.** Ultraestructura de un ribosoma durante la síntesis de una proteína.

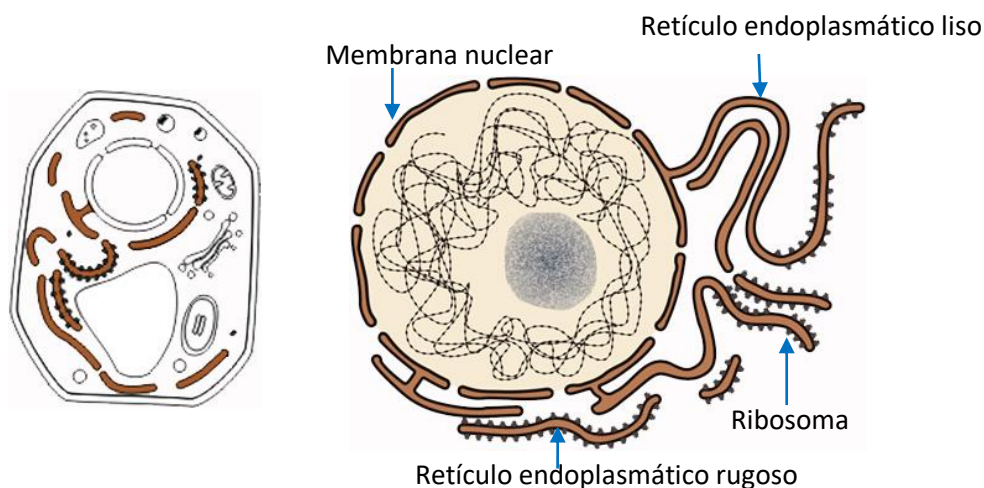
## 2. SISTEMA DE ENDOMEMBRANAS

El sistema de endomembranas es un sistema de orgánulos interrelacionados entre sí en forma directa o a través de vesículas. Las vesículas transportadoras brotan de la membrana de uno de los orgánulos, donante, viaja por el citosol para alcanzar a otro orgánulo, receptor, fusionándose con su membrana. Por lo tanto, la membrana de la vesícula pasa a formar parte de la membrana del orgánulo receptor y el contenido de la vesícula pasa al interior del orgánulo receptor.

El sistema de endomembranas está formado por los siguientes orgánulos: Retículo endoplasmático, aparato o complejo de Golgi, endosomas, lisosomas, y vacuola (en las células vegetales).

### 2.1. Retículo endoplasmático

El retículo endoplasmático (RE) está formado por una serie de tubos aplastados que recorren el citoplasma y que aparecen como una prolongación de la membrana nuclear (Figura 11).



**Figura 11.** Esquema de la célula y retículos endoplasmáticos liso y rugoso.

La membrana del RE puede tener ribosomas adheridos a la parte externa, o no tenerlos; lo que permite distinguir dos tipos de RE: el **RE rugoso** que posee ribosomas adheridos a su membrana, y el **RE liso** que no los posee (Figura 11).

El RE rugoso está recubierto exteriormente por ribosomas dedicados a la síntesis de proteínas y se encuentra muy desarrollado en las células secretoras. Las principales funciones del RE rugoso son:

- ✓ **Síntesis de proteínas.** Los ribosomas unidos a las membranas del RE se dedican a la síntesis de proteínas que son simultáneamente trasladadas al interior del RE.

Estas proteínas son de dos tipos:

**1) Proteínas transmembrana**, que son llevadas a la membrana del RE manteniéndose en ella.

**2) Proteínas solubles** en agua, que son llevadas al interior del RE.

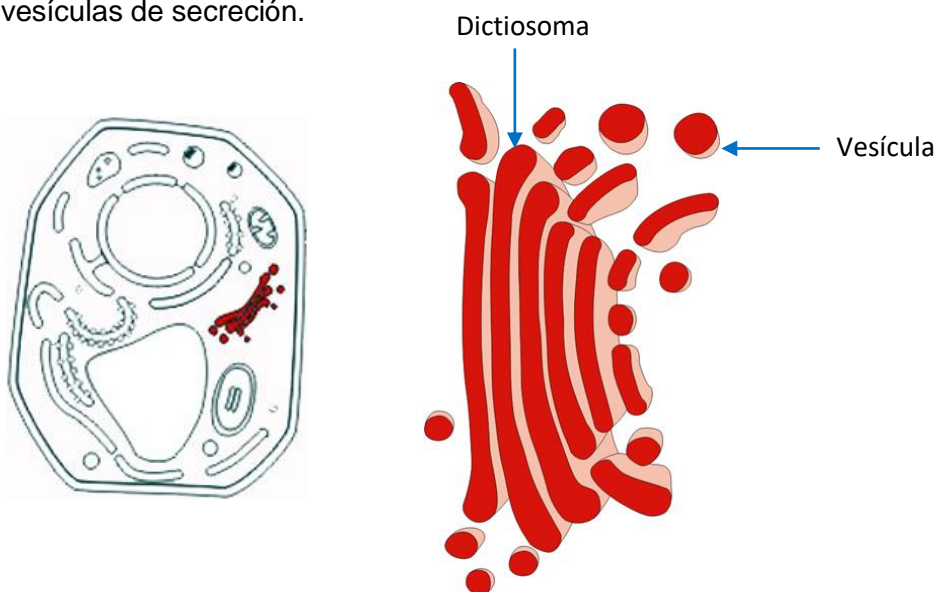
- ✓ **Glicosilación de proteínas.** Es una de las funciones más importantes del RE rugoso y del aparato de Golgi, consiste en la incorporación de hidratos de carbono a las proteínas. La mayoría de las proteínas sintetizadas en el RE rugoso son glicosiladas.

Por otra parte, las funciones del RE liso son:

- ✓ **Síntesis de triglicéridos, fosfolípidos y colesterol** necesarios para la formación de nuevas membranas celulares.
- ✓ **Interviene en procesos de detoxificación**, transformando sustancias tóxicas liposolubles (tales como pesticidas, cancerígenos) en sustancias hidrosolubles que pueden ser eliminadas por la célula.
- ✓ **Hidrólisis del glucógeno** en células animales.

## 2.2. El aparato de Golgi

Este orgánulo es denominado así porque fue descrito por primera vez por Camilo Golgi en 1898. El mismo está formado por uno o más grupos de cisternas aplanadas y apiladas llamadas **dictiosomas** (Figura 12). Cada dictiosoma contiene normalmente entre cuatro a seis cisternas rodeadas de pequeñas vesículas. En un dictiosoma se distinguen dos caras diferentes: una cara de entrada y otra de salida. La cara de entrada está relacionada con el RE del que salen vesículas (vesículas de transición) que se dirigen a dicha cara; de la cara de salida surgen diferentes vesículas de transporte que se dirigen a sus destinos finales como las vesículas de secreción.



**Figura 12.** Esquema de la célula y del aparato de Golgi.

El aparato de Golgi desempeña las siguientes funciones:

- ✓ **Procesos de secreción y reciclaje de la membrana plasmática.** Las proteínas destinadas a ser secretadas al exterior son sintetizadas en el RE y posteriormente llevadas al aparato de Golgi, de donde salen en vesículas de secreción. Dichas vesículas se fusionan con la membrana plasmática a la vez que vierten su contenido al exterior por exocitosis. Durante la exocitosis la membrana de la vesícula secretora se fusiona con la membrana plasmática. Esto permite reponer los componentes de la membrana que se pierden en la endocitosis, lo que constituye un reciclaje de la membrana plasmática.
- ✓ **Glicosidación.** En el aparato de Golgi tiene lugar la glicosilación tanto de las proteínas como de los lípidos.
- ✓ **Formación de vacuolas** en las células vegetales.
- ✓ **Síntesis de celulosa y otros polisacáridos** principales constituyentes de la pared celular.

### **2.3. Endosomas y lisosomas**

Los endosomas son orgánulos localizados funcionalmente entre el aparato de Golgi y la membrana citoplasmática. Los endosomas, son vesículas de formas y dimensiones variadas, aunque generalmente son pequeños.

Los endosomas reciben vesículas provenientes del aparato de Golgi (las cuales generalmente llevan enzimas hidrolíticas) y vesículas provenientes de la membrana citoplasmática (las cuales llevan macromoléculas provenientes del exterior). Una vez que el endosoma se une a ambas vesículas, a partir de estos se forma el lisosoma.

Los lisosomas son los responsables de digerir los materiales ingresados por endocitosis y también de digerir elementos de la propia célula. La forma y la composición de los lisosomas son muy variables, dependiendo de la combinación de enzimas hidrolíticas que contienen.

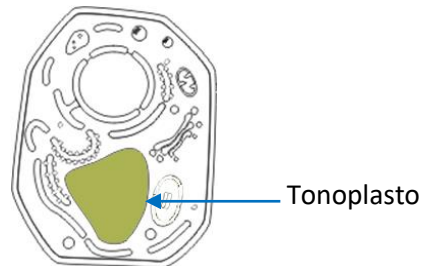
### **2.4. Vacuolas**

Una vacuola es una vesícula grande rodeada de una membrana llamada tonoplasto (Figura 13). Son orgánulos típicos de las células vegetales, su número es variable, puede haber una gran vacuola o varias de diferente tamaño. Se origina por fusión de vesículas procedentes del aparato de Golgi.

Las vacuolas realizan varias funciones:

- ✓ **Almacenan sustancias nutritivas**, como por ejemplo el almacenamiento de proteínas de reserva de muchas semillas; o **productos de desechos tóxicos**.

- ✓ **Almacenan pigmentos** como los que les dan color a los pétalos de las flores.
- ✓ **Acumulan agua** que se utiliza para regular el volumen y la turgencia de la célula. El aumento de tamaño de las células vegetales se debe, en gran parte, a la acumulación de agua en sus vacuolas lo que supone un sistema muy económico para el crecimiento de las células vegetales.
- ✓ **Funcionan como lisosomas**, ya que contienen enzimas hidrolíticas.



**Figura 13.** Esquema de la célula y de su vacuola.

### 3. ORGÁNULOS QUE PROCESAN ENERGIA

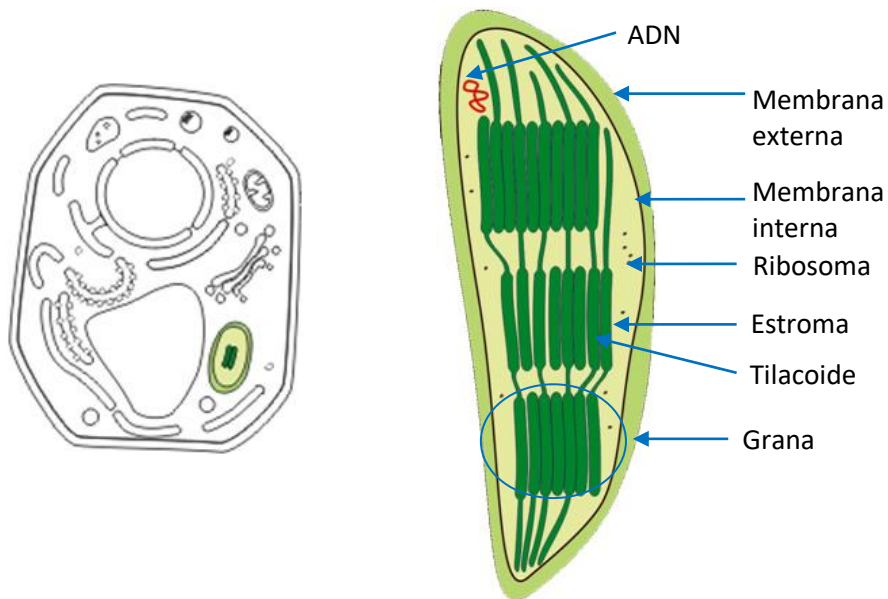
#### 3.1. Plástidos

Son orgánulos característicos y exclusivos de las células vegetales. Los plastos se dividen en varios tipos, entre ellos están:

- ✓ **Cromoplastos**, plastos de color amarillo o anaranjado, contienen pigmentos que son los responsables del color de algunos frutos, por ejemplo en el tomate.
- ✓ **Leucoplastos**, plastos de color blanco que no se encuentran en las partes verdes de la planta y sirven para el almacenamiento de almidón (amiloplastos), proteínas (proteoplastos) o de aceites (oleoplastos). Así por ejemplo, los leucoplastos en las células del tubérculo de papa.
- ✓ **Cloroplastos** (Figura 14), son plastos verdes ya que contienen clorofila, entre otros pigmentos fotosintéticos y por lo tanto, es en estos orgánulos donde se realiza la fotosíntesis. Es por esta razón que los cloroplastos son, dentro de los plástidos, uno de los orgánulos más importantes para la vida de las plantas.

Son orgánulos muy variables en cuanto número, forma y tamaño. Sin embargo, su ultraestructura presenta una doble membrana (externa e interna) y entre ellas un espacio intermembranoso. El interior se rellena por un gel llamado estroma donde se encuentra ADN y ribosomas. Inmersos en el estroma existen unos sacos aplanados llamados tilacoides. Los tilacoides pueden extenderse por todo el estroma o apilarse formando paquetes llamados grana interconectados por membranas. En la membrana de los tilacoides se ubica la clorofila con los sistemas

enzimáticos que captan la energía del sol y actúan en el transporte de electrones para formar ATP.

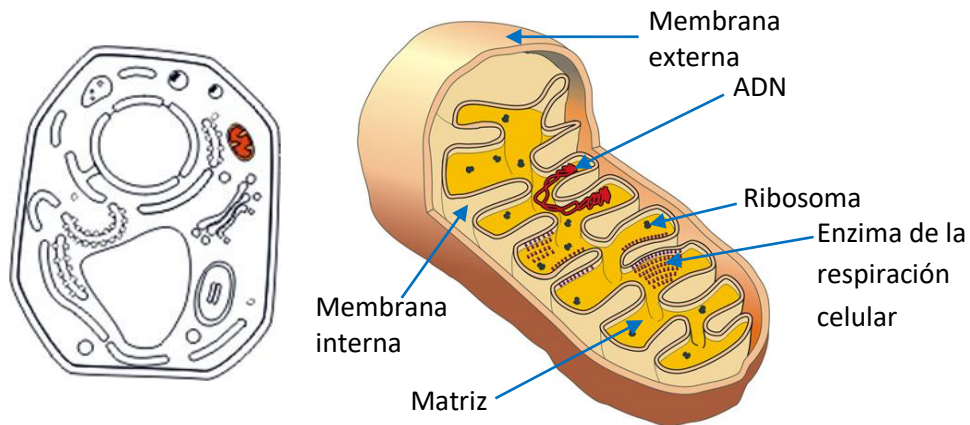


**Figura 14.** Esquema de la célula y de la ultraestructura del cloroplasto.

### 3.2. Mitocondrias

Son orgánulos muy pequeños y numerosos de las células. Presentan forma de bastones alargados y se originan a partir de otras mitocondrias preexistentes. En su ultraestructura (Figura 15), se observa una membrana externa y una membrana interna, ambas similares a la membrana citoplasmática. La membrana interna se prolonga hacia el interior en una especie de láminas llamadas crestas mitocondriales. Entre ambas membranas hay un espacio llamado espacio intermembrana y dentro de la mitocondria, entre las crestas, está la matriz mitocondrial. En la membrana interna existen proteínas responsables de los procesos de respiración celular. El interior de la matriz mitocondrial es una solución de proteínas, lípidos, ARN, ADN y ribosomas de pequeño tamaño. La función principal de las mitocondrias es la respiración celular con la cual se obtiene la energía necesaria para llevar a cabo distintos procesos metabólicos de la célula.





**Figura 15.** Esquema de la célula y de la ultraestructura de la mitocondria.

## 5. CITOESQUELETO

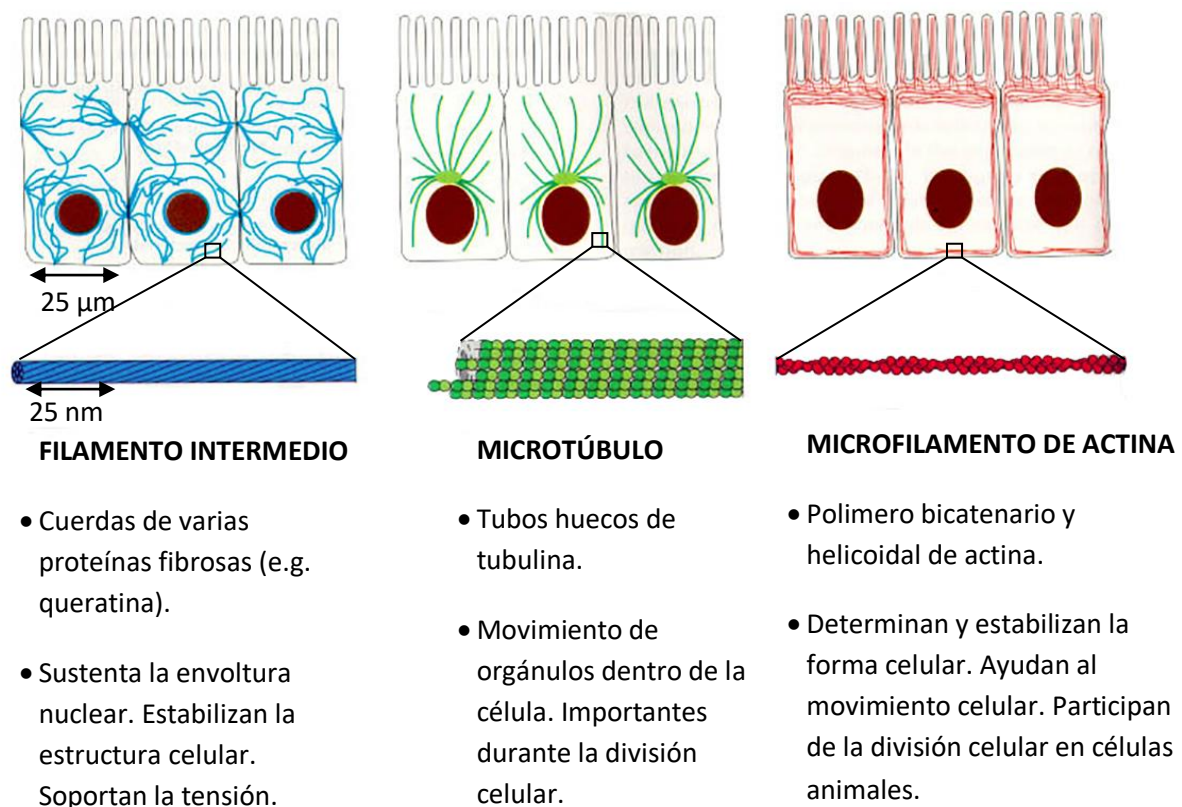
Además de los numerosos orgánulos previamente descritos, el citoplasma de la célula eucariota contiene un conjunto de fibras largas y delgadas denominadas citoesqueleto. Entre las funciones del citoesqueleto se destacan: el sostenimiento de la célula y de su forma, movimiento celular, posicionamiento de los orgánulos dentro de la célula, actúan como pistas o soporte para proteínas motoras, que mueven los orgánulos dentro de la célula.

El citoesqueleto está formado por tres tipos de filamentos: **microfilamentos**, **filamentos intermedios** y **microtúbulos** cada uno formado por subunidades proteicas distintas y con propiedades mecánicas diferentes (Figura 16).

Los **microfilamentos** son polimeros helicoidales, bicatenarios de la proteína actina. Generalmente se ubican en la corteza de la célula, inmediatamente por debajo de la membrana citoplasmática. Los microfilamentos determinan y estabilizan la forma de la célula, recubren el interior de las microvellosidades celulares, forman el anillo contráctil durante la división celular en células animales y ayudan al movimiento de toda la célula o de sus partes.

Los **filamentos intermedios** se asemejan a cuerdas y están constituidos por un conjunto numeroso y heterogéneo de proteínas fibrosas de la familia de la queratina. Sus funciones principales son estabilizar la estructura celular y otorgar resistencia a las células contra la tensión provocada por el estiramiento. Los filamentos intermedios se encuentran en la mayoría de las células animales y forman una red que rodea al núcleo y se extiende hacia la periferia para abarcar la totalidad del citoplasma. También existen filamentos intermedios dentro del núcleo formando la lámina nuclear, la cual sustenta y refuerza la envoltura nuclear en las células eucariotas.

Los **microtúbulos** son pequeños cilindros huecos, largos y rectos que se forman a partir de unas proteínas globulares denominadas tubulinas. Forman una compleja red bajo la membrana citoplasmática y alrededor del núcleo celular. Uno de los extremos de los microtúbulos suele estar unido a un solo centro organizador de microtúbulos, denominado centrosoma. Los microtúbulos se extienden hacia la periferia para formar un sistema de guías intracelulares a través de las cuales se desplazan vesículas, orgánulos y otros componentes. Los microtúbulos son los responsables de anclar los orgánulos asociados a membranas dentro de la célula y guiar el transporte intracelular. La función organizativa de los microtúbulos depende de su asociación con proteínas accesorias, sobre todo de las proteínas motoras responsables de la propulsión de los orgánulos a lo largo de los carriles del citoesqueleto. Los microtúbulos tienen la capacidad de desensamblarse con rapidez en un sitio y ensamblarse de nuevo en otro. Este proceso es fundamental durante la división celular cuando se forma el huso mitótico a través del reensamble de las proteínas de los microtúbulos.



**Figura 16.** Los filamentos proteicos del citoesqueleto.