

TEMA 7 Citoplasma en células eucariotas

ÍNDICE de CONTENIDOS

1. Citoplasma
2. Retículo endoplasmático
 - 2.1 Retículo endoplasmático rugoso
 - 2.2 Retículo endoplasmático
3. Aparato de Golgi
4. Mitochondrias
5. Lisosomas
6. Peroxisoma
7. Mitochondrias
8. Plastos
 - 8.1 Cromoplastos
 - 8.2 Leucoplastos
 - 8.3 Cloroplastos
9. Vacuolas
10. Centrosoma
11. Ribosomas
12. Undilipodio
 - 12.1 Flagelo
 - 12.2 Cilio

CRITERIOS de EVALUACIÓN

B.2.1. Establecer las diferencias estructurales y de composición entre células procariontas y eucariotas.

B.2.2. Interpretar la estructura de una célula eucariota animal y una vegetal, pudiendo identificar y representar sus orgánulos y describir la función que desempeñan.

Citoplasma

" Todo o casi todo lo que hay dentro de la célula "



José Manuel Huertas Suárez

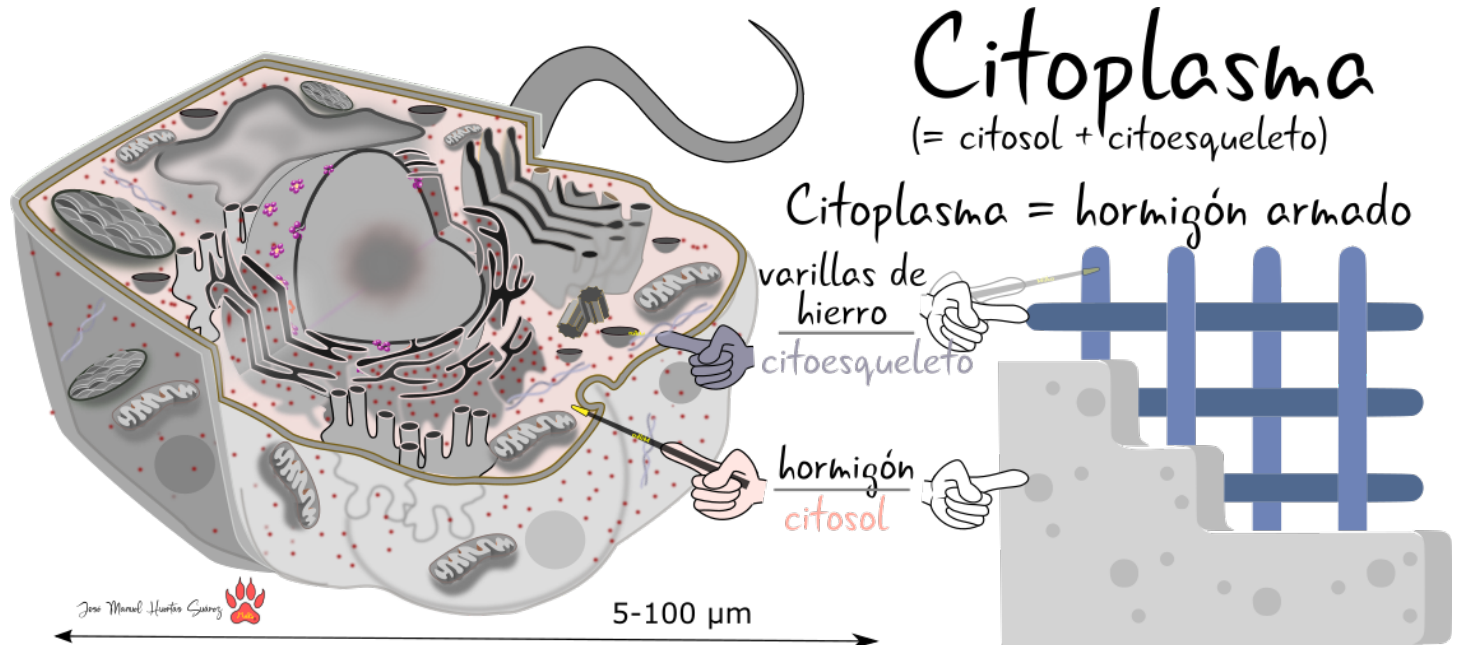
Orgánulos

" Compartimentos dentro de la célula que realizan una funciones específicas "

1 Citoplasma

El citoplasma es el material que hay entre la membrana plasmática y la envoltura nuclear en eucariotas; mientras que, en procariotas ocupa todo de la célula. Todo el contenido de una célula, excluyendo el núcleo en eucariotas, se denomina colectivamente citoplasma («célula-formación») y está constituido por el citosol, citoesqueleto, los orgánulos celulares y las inclusiones citoplasmáticas (acumulaciones de sustancias de carácter hidrófobo como pigmentos, glucógeno, lípidos, aceites esenciales, látex o proteínas sobrantes).

⚠️ Atención, el citoplasma en realidad y desde un punto de vista académico se le considera un medio formado por conjunto de dos elementos: citosol y el citoesqueleto. Si estableciésemos una analogía, el citoplasma sería el hormigón armado, donde las varillas de hierro sería el citoesqueleto y el hormigón (grava con arena+ cemento+ agua).



Tema 7. El citoplasma en células eucariotas

1.1 Citosol

El citosol o hialoplasma es la matriz fluida coloidal (dispersión coloidal) donde "flotan" los orgánulos celulares.

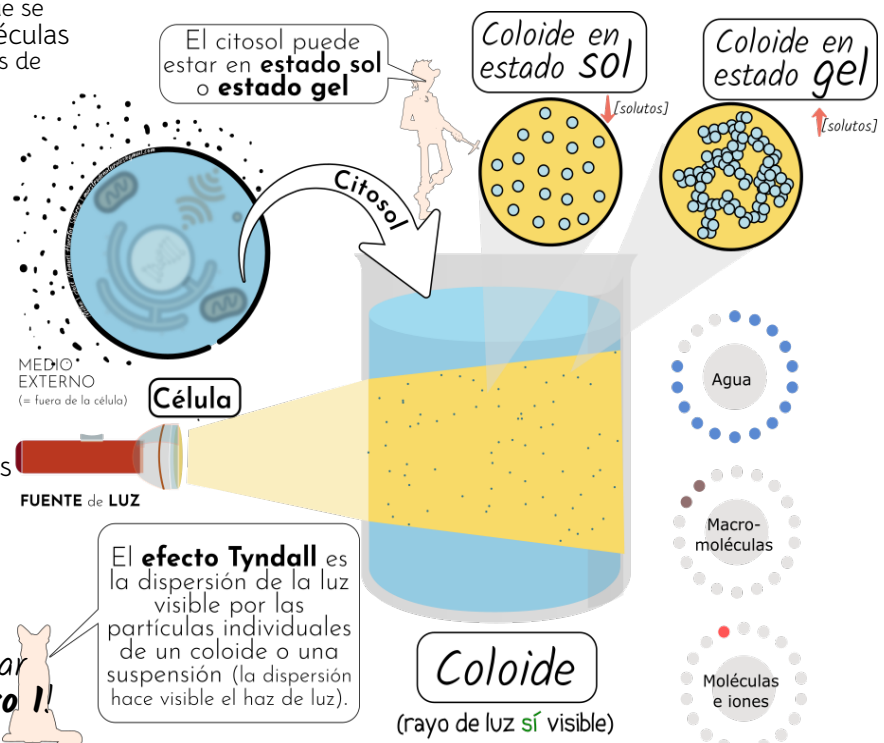
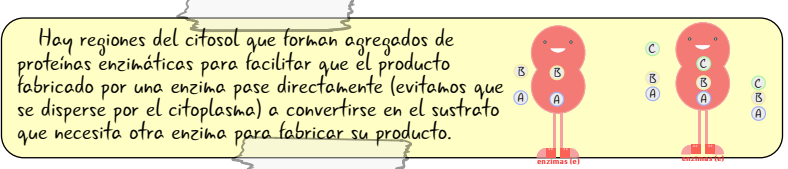
El citosol o hialoplasma es una dispersión coloidal compuesta por agua (entre un 70 y 85% de agua que se encuentra libre y en capas de solvatación), macromoléculas (proteínas estructurales, enzimas, ARNt, ARNm, gotas de grasa y pigmentos), moléculas (como aminoácidos, azúcares, nucleótidos, nucleósidos) e iones.

Una propiedad del citosol es su grado de consistencia que, depende de su contenido en agua, distinguimos: estado gel y estado sol.

- Si la consistencia es fluida (poca viscosidad), recibe el nombre de sol; en cambio,
- Si es muy viscosa se llama gel.

Los cambios de sol y gel y viceversa, se producen en función de las distintas necesidades.

La función del citosol es el lugar donde ocurren la mayoría de las reacciones metabólicas: glucogénesis, glucogenolisis, biosíntesis de proteínas y lipogénesis



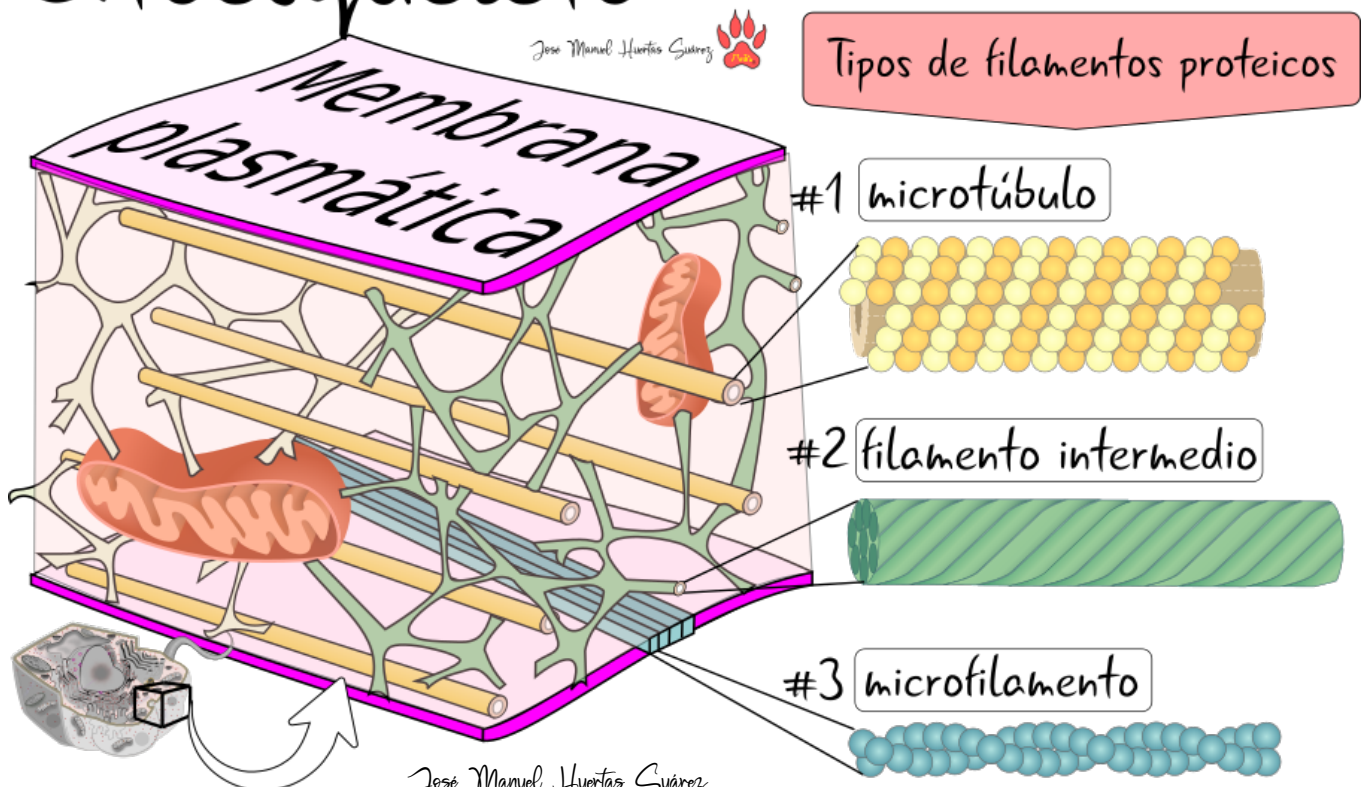
1.2 Citoesqueleto



El citoesqueleto es un armazón tridimensional de filamentos proteicos que se extienden por el hialoplasma de todas las células eucariotas. Se trata de una estructura dinámica, que se ensambla y reorganiza continuamente en función de las necesidades celulares y cuyas funciones son: (1) mantener la forma de la célula, (2) facilitar los procesos de movilidad celular (formación de pseudópodos, cilios y flagelos), (3) realizar el transporte intracelular e (4) intervenir en la división celular.

El citoesqueleto está constituido por tres tipos de filamentos proteicos que se clasifican, en función de la subunidad proteica, su estructura y su tamaño, en: microfilamentos o filamentos de actina, filamentos intermedios y microtúbulos.

Citoesqueleto



Microtúbulos, son unas estructuras tubulares de unos 25 nm de diámetro. Cada microtúbulo está constituido por la asociación en paralelo de trece filamentos alargados llamados protofilamentos. Cada protofilamento está formado por la repetición de dos proteína globular: la tubulina α y la tubulina β , que reciben el nombre de heterodímeros.

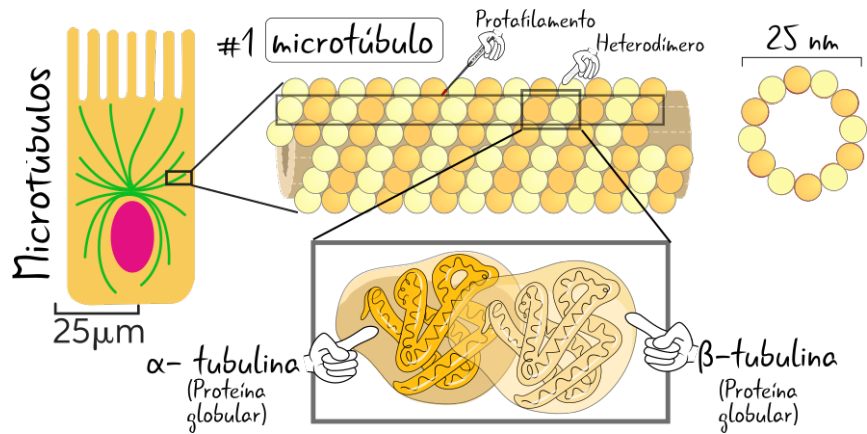
Los microtúbulos son estructuras dinámicas que pueden formarse o destruirse según las necesidades de las células. Al igual que los filamentos de actina, presenta una polaridad: se alargan o polimerizan agregando dímeros en uno de sus extremos (extremo positivo); mientras que, por el otro se acortan o despolimerizan eliminando dímeros (extremo negativo).



Dinámica teórica



Dinámica real

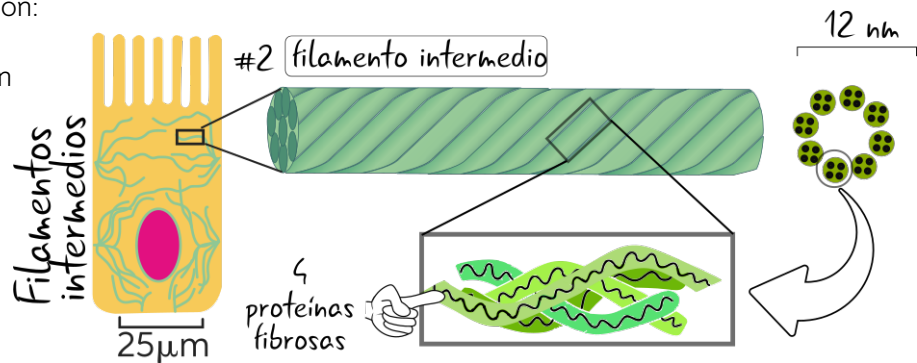


Las principales funciones de los microtúbulos son:

- Constituir la estructura interna de cilios, flagelos y centrosoma
- Formar el huso mitótico, que separa los cromosomas durante la división celular o mitosis.
- Dar resistencia a las células frente a las fuerzas de compresión, manteniendo la forma de las células
- Formar rieles para las proteínas motoras como, por ejemplo, las quinesinas y dineínas, que transportan vesículas y otros cargamentos dentro de la célula
- Organización y distribución de los orgánulos, vesículas de secreción y transporte intracelular de sustancias.

Filamentos intermedios, son unas estructuras alargadas de unos 12 nm de diámetro formados por una serie de hebras enrolladas hechas de proteínas fibrosas (queratina, vimentina, lamina, etc). Son exclusivos de las células animales. Su misión es dar soporte a los orgánulos celulares y, de este modo, proporcionar resistencia mecánica a la célula. Los principales tipos de filamentos son:

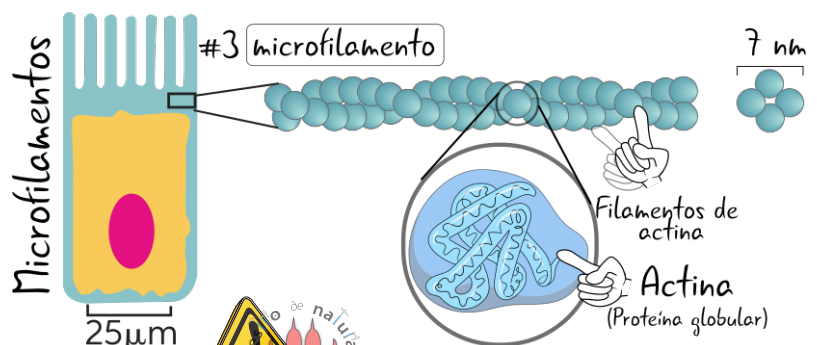
- **Neurofilamentos.** Se encuentran en los axones de las neuronas
- **Tonofilamentos.** Formados por queratina, aparecen en las células epiteliales, principalmente en los desmosomas (estructuras celulares que mantienen adheridas a células vecinas).
- **Filamentos de desmina.** Están presentes en las células musculares.



Microfilamentos, de unos 7 nm de diámetro formados por dos fibrillas enrolladas. Cada fibrilla está compuesta por un rosario de proteínas globulares de actina (representa entre el 5 -10 % del la total de proteínas celulares).

Los microfilamentos pueden estar asociados a otras proteínas que modifican sus propiedades.

Las principales funciones de los microfilamentos de actina están relacionadas con la motilidad: contracción muscular, formación del anillo contráctil durante la división del citoplasma en la fase de la citocinesis de las células animales, formación de pseudópodos y procesos de fagocitosis y generación de corrientes citoplasmáticas



Mirar Anexo 2!

2 Orgánulos

Los orgánulos son pequeños compartimentos que se encuentran, en células eucariotas, flotando o suspendidos en el citoplasma que se especializan en realizar funciones concretas.

2.1 Clasificación de los orgánulos

Los orgánulos se clasifican, según estén o no limitados por membranas, en: orgánulos limitados por membranas y no limitados por membranas.

Orgánulos sí delimitados por membranas plasmáticas; por tanto, son compartimentos que **sí** tienen como frontera una membrana plasmática, la cual separa el contenido interior del citoplasma. Estos orgánulos son:

- Aparato de Golgi
- Retículo endoplasmático (liso y rugoso)
- Vesículas de transporte.
- Lisosomas
- Peroxisomas
- Vacuolas
- Plastos
- Mitocondrias

Dentro de los orgánulos limitados por membranas distinguimos, según trabajen juntos o no, en: los orgánulos cooperativos y orgánulos autónomos.

➔ **Los orgánulos cooperativos** trabajan juntos y se comunican por medio de vesículas de transporte. Estos orgánulos cooperativos reciben el nombre de **sistema de membranas** o **sistemas endomembranosos** y están formado por el aparato de Golgi, el retículo endoplasmático (liso y rugoso), lisosomas y vesículas de transporte. Todos estos orgánulos tienen en común que (1) están revestidos por membranas y (2) realizan un trabajo en cadena.

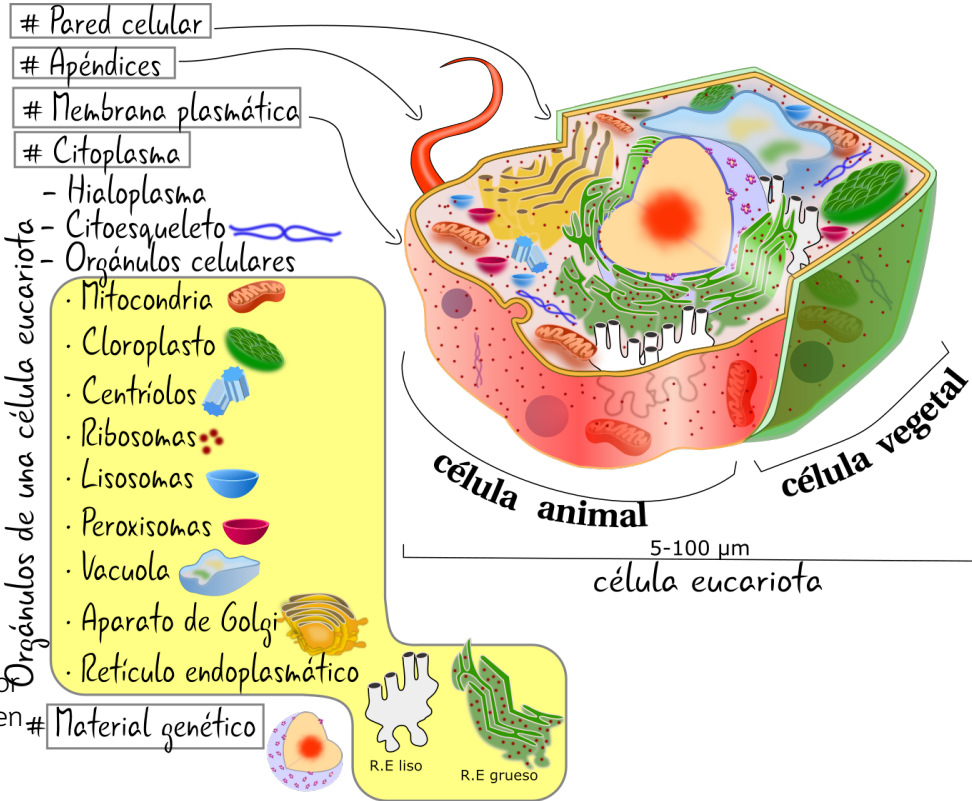
El trabajo en cadena comienza con las proteínas producidas en el retículo endoplasmático rugoso (RER) y los lípidos fabricados en el retículo endoplasmático liso (REL) son llevados, mediante vesículas de transporte, al aparato de Golgi. Allí, las proteínas y lípidos, serán modificados, ordenados y serán enviados a distintas partes de la célula en forma de vesículas: vesículas secretoras y vesículas digestivas.

- vesículas secretoras que expulsan su contenido fuera de la célula al fusionarse con la membrana

➔ **Los orgánulos autónomos** trabajan de manera independiente y son las mitocondrias y los plastos

Orgánulos no delimitados por membranas plasmáticas; por tanto, son compartimentos que **no** tienen como frontera una membrana plasmática que separa el contenido interior del citoplasma. Estos orgánulos son:

- ➔ Ribosomas
- ➔ Centrosomas
- ➔ Flagelos
- ➔ Cilios



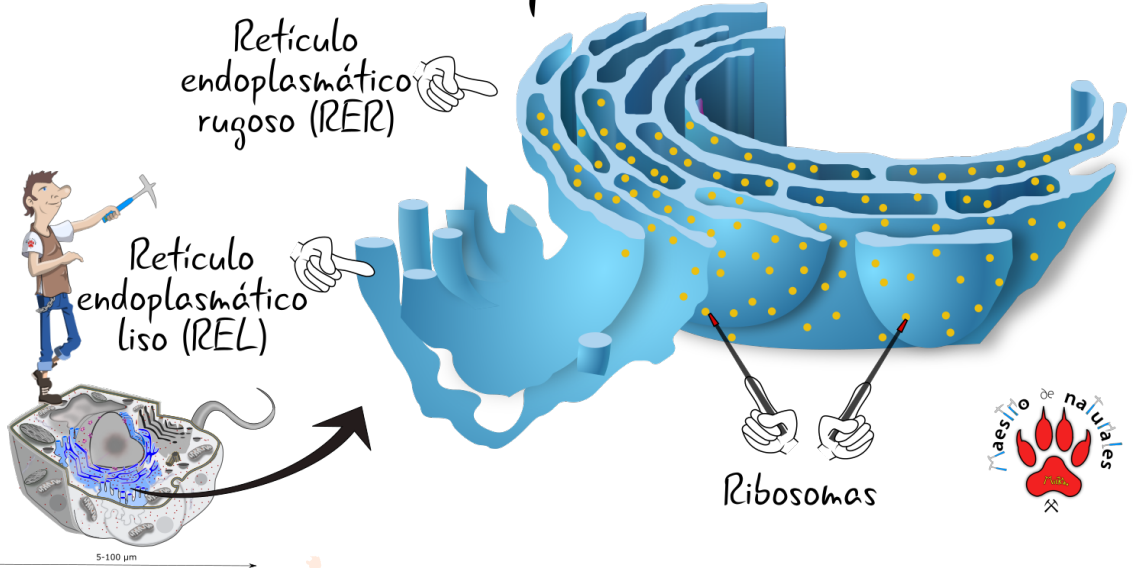
3 Retículo endoplasmático

El retículo endoplasmático suele ser el orgánulo membranoso más grande

El retículo endoplasmático ("red formada dentro") es un orgánulo membranoso, cuya bicapa lipoproteínas forma un sistema de túbulos y sacos aplanados interconectados entre sí que se sitúan cerca de la envoltura nuclear. El espacio interno o lumen de ambas estructuras está lleno de líquido

Retículo endoplasmático

El retículo endoplasmático se divide, atendiendo a si hay o no ribosomas asociados a la superficie externa del orgánulo, en: retículo endoplasmático rugoso (RER) y retículo endoplasmático liso (REL).



3.1 Retículo endoplasmático rugoso

El retículo endoplasmático rugoso (RER) está formado por sacos aplanados que presentan adosados ribosomas en su cara externa (la que mira al hialoplasma). De ahí su aspecto granuloso y su nombre. El RER desempeña las siguientes funciones:

- **Síntesis de proteínas de membrana o de proteínas que van a ser secretadas.** Los ribosomas adosados a las membranas del RER sintetizan proteínas que, a medida que van creciendo, se introducen en lumen las membranas del retículo. Estas proteínas pueden ser de dos tipos: (1) proteínas propia de la membrana, por lo que se quedan unidas al retículo una vez formadas; o bien, (2) proteínas de secreción, como por ejemplo la insulina, que atraviesan la membrana plasmática y se libera.
- **Glucosilaciones de las proteínas anteriormente fabricadas, para formar glucoproteínas.** El proceso de glucosilación consiste en agregar a la proteína moléculas de glúcidos y se inicia en las membranas del RER y finaliza en el aparato de Golgi.

3.2 Retículo endoplasmático liso

El retículo endoplasmático liso (REL) está formado por túbulos de superficie lisa, debido a la ausencia de ribosomas en su cara hialoplasmática. El REL contiene enzimas que catalizan reacciones de los lípidos. El REL, en células especializadas, realiza estas funciones:

- **Metabolismo de lípidos.** Realiza la síntesis de lípidos de membrana como los fosfolípidos, el colesterol y sus derivados, e interviene en la elongación y desaturación de ácidos grasos. En las células hepáticas (hepatocitos), fabrican lipoproteínas como las LDL (lipoproteínas de baja densidad).
- **Detoxificación.** Las membranas del REL contiene enzimas que se encargan de metabolizar toxinas transformándose en sustancias menos tóxicas y fácilmente eliminables. En vertebrados, la detoxificación se realiza, principalmente, en las células del hígado, de los riñones, del intestino, de los pulmones y de la piel.
- **Almacena y regula la concentración de calcio (Ca²⁺) del citosol.** Capta calcio del citosol para liberarlo en respuesta a señales extracelulares, como estímulos nerviosos. En las células musculares, hay zonas del REL especializadas en esta función que forman el retículo sarcoplásmico que rodea a las miofibrillas de actina y miosina.
- **Produce vesículas de transporte de proteínas y lípidos recién fabricados para enviarlos hacia el aparato de Golgi.**



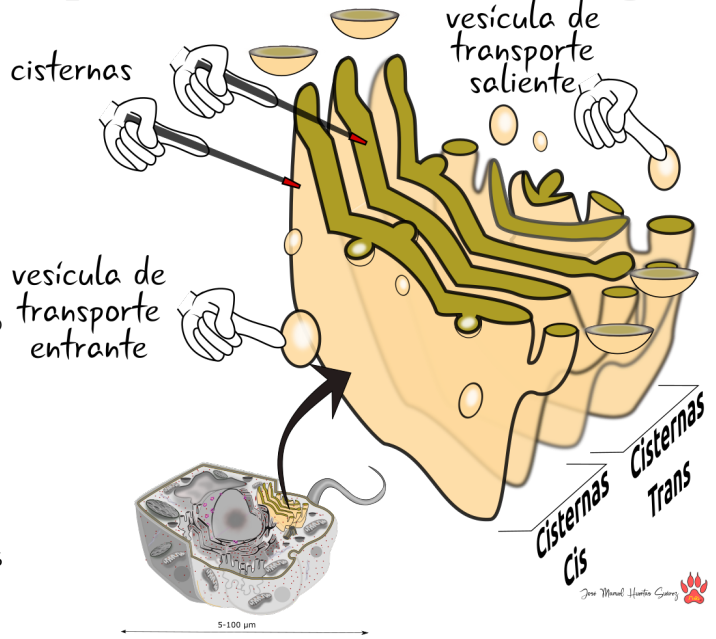
4 Aparato de Golgi

El aparato de Golgi es un orgánulo membranoso formado por sacos aplanados o cisternas apilados unos encima de otros sin que lleguen a tocarse que reciben o emiten pequeñas vesículas.

4.1 Estructura del aparato de Golgi

Los sacos apilados o cisternas unos encima de otros forman de 5 hasta varias decenas (dependen del tipo de célula) forman unas estructuras llamadas discitosomas. Las cisternas con frecuencia aparecen perforadas por poros y presentan conexiones tubulares que permiten el paso de sustancias entre las cisternas. El aparato de Golgi se encarga de procesar las proteínas procedentes del RER. En las células sanguíneas, no está presente el aparato de Golgi. En los dictiosomas, se distinguen dos caras bien diferenciadas

Aparato de Golgi



- **Cara cis** ("este lado"), cara proximal o cara de formación. Se orienta hacia el núcleo. Las vesículas que vienen del retículo endoplasmático y se fusionan con la cara cis depositando las proteínas y lípidos en el lumen.
- **Cara trans** ("a través de"), cara distal o cara de maduración está orientada hacia la membrana plasmática. En su periferia, aparecen unas vesículas de transporte saliente.

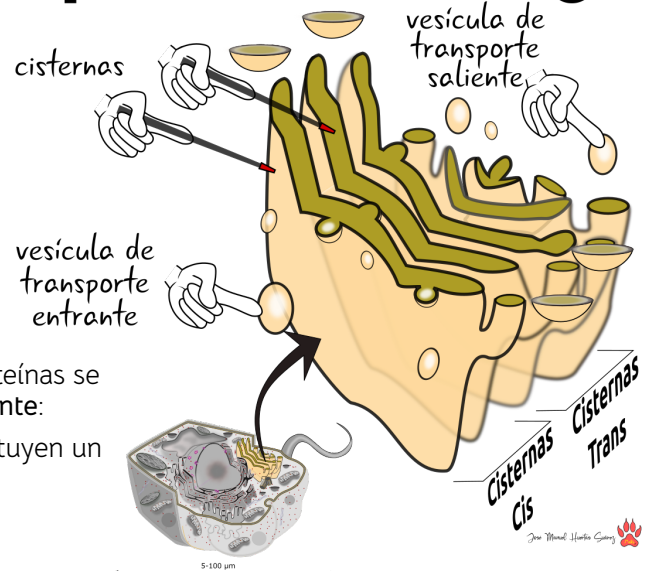
4.2 Funciones del aparato de Golgi

El aparato de Golgi desempeña la función de recibir sustancias que provienen del RER y empaquetarlas en vesículas para su utilización o secreción al exterior. En detalle realiza las siguientes funciones:

➤ Receptor de vesículas de proteínas y lípidos.

- Las vesículas de transporte entrantes cargadas de proteínas, procedentes del RER, y lípidos, procedentes del REL, se desplazan y se fusionan con las membranas de las cisternas cis del aparato de Golgi, de forma que las proteínas y lípidos se vierten en el interior de las cisternas.
- Durante su recorrido hacia las cisternas trans, las proteínas y lípidos serán modificados químicamente (adicción de cadenas, formación enlaces disulfuro, etc) de acuerdo a su destino. El paso de cisterna a cisterna, se realiza mediante vesícula intercisterna.
- Cuando las proteínas llegan a las cisternas trans, las proteínas se clasifican y empaquetan en vesículas de transporte saliente:
 - vesículas que contienen enzimas específicas, constituyen un orgánulo membranoso llamado lisosomas,
 - vesículas que se unirán al membrana plasmática y
 - vesículas de secreción, que se dirigen hacia la membrana plasmática y expulsan las sustancia que contienen (exocitosis).

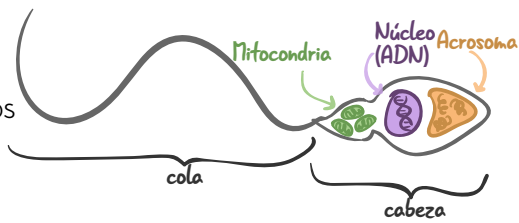
Aparato de Golgi



- **Glucosilación de lípidos y proteínas.** El aparato de Golgi es el lugar donde se unen los oligosacáridos con los lípidos y proteínas para formar **glucolípidos** (oligosacáridos + lípidos) y **glucoproteínas** (oligosacáridos + proteínas) respectivamente. También se sintetizan los glucosaminoglucanos observados en la matriz extracelular de las células animales, así como las pectinas y la hemicelulosa presentes en las paredes de las células vegetales..



- Formación del acrosomas en el espermatozoide. El acrosoma es una estructura apical cargada de enzimas hidrolíticas que sirve para digerir los componentes de las cubiertas del ovocito en el proceso de fecundación.
- Formación del tabique telofásico en células vegetales.



5 Lisosoma

Los lisosomas es una vesícula que contiene enzimas digestivas que provienen del RER, pasan al aparato de Golgi donde se activan y concentran su contenido

El lisosoma es un orgánulo membranoso esférico, delimitado por una membrana sencilla, que contienen alrededor de 50 enzimas digestivas (hidrolasas ácidas). Su función es digerir los materiales de origen externo (heterofagia) o interno (autofagia); por tanto, se encarga de la digestión celular.

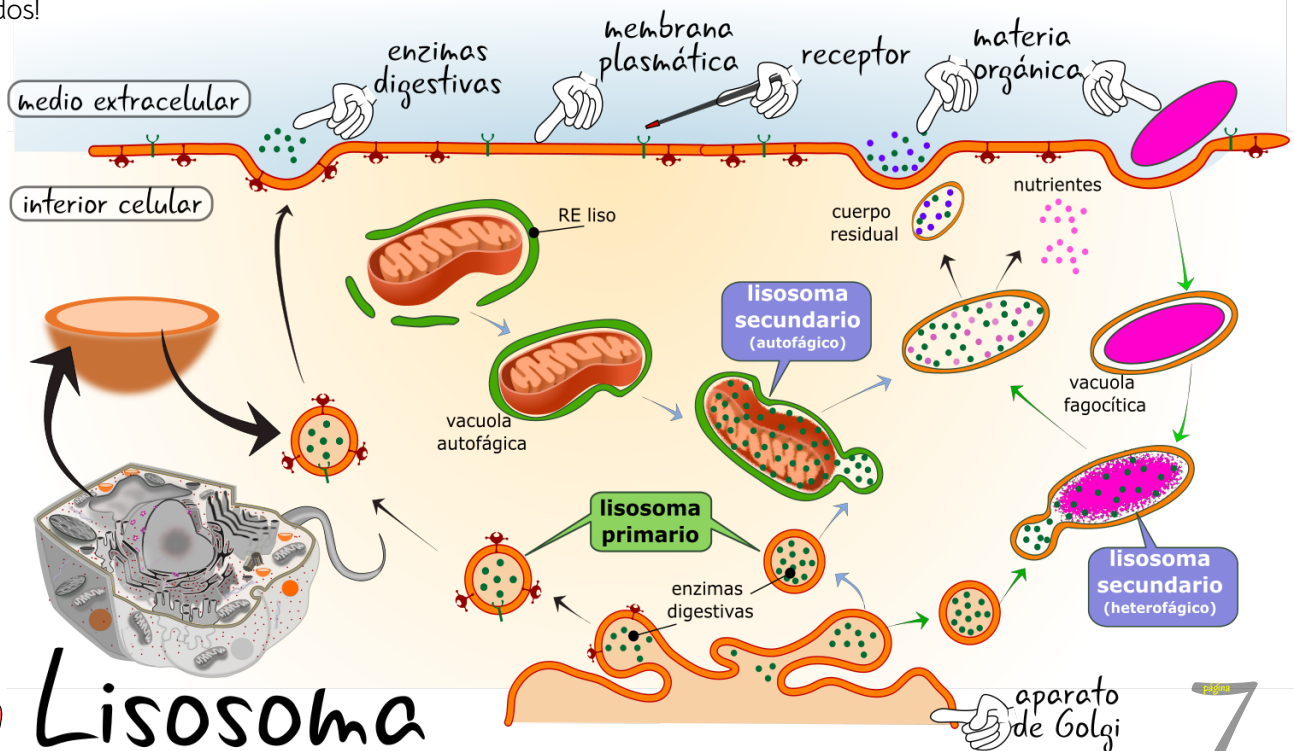
Las enzimas digestivas se encargan de hidrolizar polímeros biológicos como proteínas, glúcidos, lípidos y ácidos nucleicos. Las enzimas más importantes del lisosoma son: (1) lipasas, que digiere lípidos; (2) glucosidasas, que digiere carbohidratos; (3) proteasas, que digiere proteínas; (4) nucleasas, que digiere ácidos nucleicos.

Se encuentran en todas las células eucariotas, excepto en los glóbulos rojos. Presentan polimorfismo, tanto respecto a su tamaño como a su estructura interna. Se distinguen varios tipos de lisosomas según su origen:

5.1 Clasificación de los lisosomas

Los lisosomas se clasifican, según su origen, en:

- **Lisosomas primarios.** Son vesículas desprendidas del aparato de Golgi, en cuyo interior solo hay una disolución acuosa de enzimas digestivas. Son responsables de la
 - **Digestión extracelular.** Los lisosomas primarios se desplazan hacia la superficie extracelular y liberan su contenido al exterior, donde se producirá la degradación de sustratos extracelulares. Por ejemplo, los acrosomas de los espermatozoides (situado en el extremo apical de la cabeza) puede considerarse un gran lisosoma primario, que contiene proteasa y la enzima hialuronidasa. Durante la fecundación del óvulo la hialuronidasa dispersa las células foliculares situadas alrededor del mismo y la proteasa digiere la zona donde penetrará el espermatozoide.
- **Lisosomas secundarios.** Son vesículas voluminosas e irregulares en cuyo interior hay enzimas digestivas activas y metabolitos en vías de digestión. Se originan por la fusión de lisosomas primarios y vesículas. Son responsables de la digestión intracelular. Los lisosomas primarios se fusionan con otras vesículas y originan lisosomas secundarios. Se clasifican en función del tipo de metabolito, en:
 - **Heterolisosomas, lisosomas heterofágicos o vacuolas digestivas.** Se originan por fusión de lisosomas primarios con vacuolas fagocíticas o fagosomas, que han captado sustancias del exterior celular. Realizan la digestión celular y una vez realizada, liberan los nutrientes en el hialoplasma y las sustancias inservibles se las queda formando cuerpos residuales.
 - **Autolisosomas o lisosomas autofágicos.** Se originan por fusión de lisosomas primarias con vesículas autofágicas o autofagosomas, que se forman cuando el retículo endoplasmático liso (REL), engloba orgánulos o restos inservibles. ¡Recuerda que los orgánulos celulares no son permanentes y, cuando degeneran, han de ser eliminados!



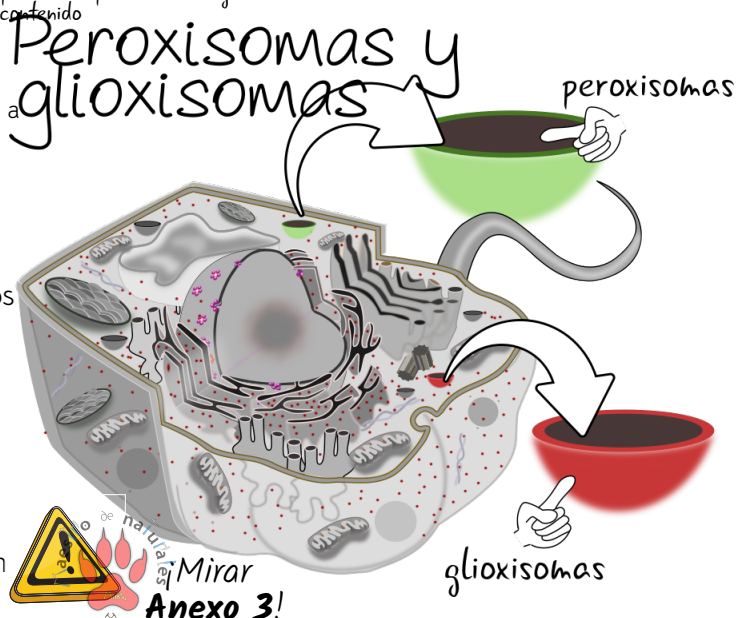
Lisosoma

Los peroxisomas es una vesícula que contiene enzimas oxidativas que provienen del REER, pasan al aparato de Golgi donde se activan y concentran su contenido

6 Peroxisomas

Las peroxisomas son vesículas pequeñas (diámetro de 0,1 a 1,0 μm), circulares u ovoides con membranas que contienen enzimas de tipo oxidasas y catalasas. Solo están presentes en células eucariotas y abundan mucho en las células del hígado y los riñones. Sus funciones son: (1) contenedor de peróxidos y moléculas oxidativas perjudiciales; (2) acortamiento de los ácidos grasos de cadena larga, (3) biosíntesis de algunos lípidos -fosfolípidos y esteroides- y (4) oxidación de sustratos orgánicos (ácido úrico, etanol, etc) gracias a las enzimas que contiene las peroxisomas. ¿Qué hacen estas enzimas concretamente?

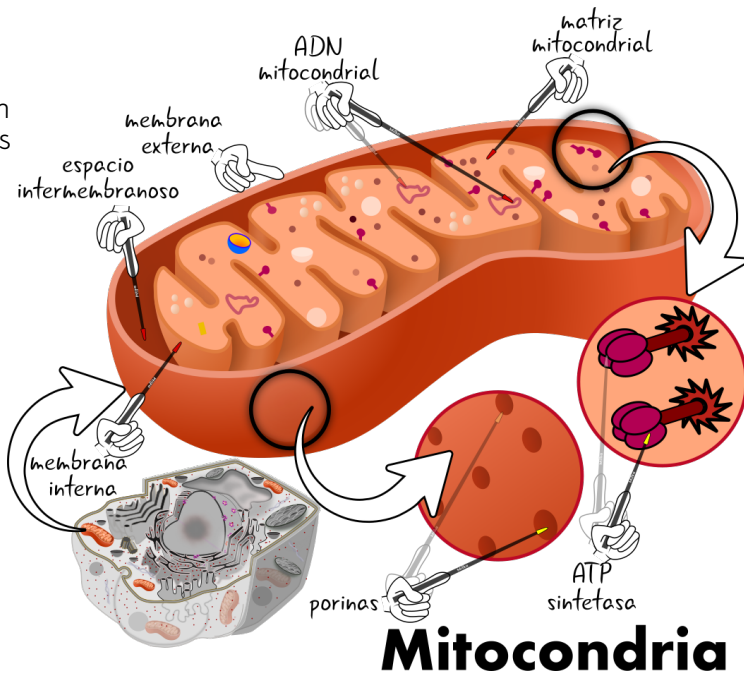
- > Las oxidasas utilizan el oxígeno molecular (O_2) para oxidar diversos sustratos orgánicos (aminoácidos, ácidos grasos, etc) y, al hacerlo, generan peróxido de hidrógeno, es decir, agua oxigenada (H_2O_2). El peróxido es una sustancia tóxica para la célula y los peroxisomas lo aíslan del citoplasma
- > Las catalasas utilizan el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) para degradarlo o para oxidar diversos sustratos orgánicos (etanol, metanol, fenol, acetaldehído, etc) y, al hacerlo, generan agua (H_2O).



7 Mitochondrias

La mitocondria es un orgánulo en forma de elipse con doble membrana, presente en todas las células eucariotas aerobias. Su función es realizar la respiración celular, que consiste en obtener la energía necesaria para realizar las funciones vitales de la célula. Así pues, la mitocondria actúan como una central energética de la célula, pues realiza la mayoría de las reacciones de oxidación y producen la mayor parte del ATP a expensas de los carburantes metabólicos (glucosa, ácidos grasos y aminoácidos).

Tiene un tamaño variable, que oscila entre los 2 y 10 μm de longitud y los 0,5-1 μm de diámetro. Tienen la capacidad de dividirse y fusionarse. El número de mitocondrias depende de (1) cada tipo de célula y varía según (2) la función que desempeñe la célula. Por ejemplo, desde una única mitocondria en ciertas algas hasta varios de miles en algunos protozoos.



7.1 Estructura de la mitocondria

La mitocondria presenta una estructura particular. De fuera hacia adentro está compuesta por:

- > **Membrana externa** es un bicapa lipídica (40%) con proteínas asociadas (60%). Muchas de estas proteínas son integrales y actúan como canales de penetración (porinas) que hace que la membrana sea permeable a iones, metabolitos y a muchos polipéptidos.
- > **Cámara externa o espacio intermembranoso**, situada entre las dos membranas con una composición muy parecida al citosol debido a la permeabilidad de la membrana externa.
- > **Membrana interna** que presenta invaginaciones o pliegues llamados crestas mitocondriales que varían en número y estructura según el tipo de célula que se trate. No tiene poros, por tanto, son impermeables a iones y pequeñas moléculas; no obstante, presenta un sistema de transporte transmembrana que permite el trasiego de moléculas de un lado a otro. La membrana interna contiene menos lípidos (20 %) y más proteínas (un 80 %) que la externa. Hay más de 50 tipos de proteínas, entre las que destacan la ATP-sintetasa y las enzimas de la β -oxidación de los ácidos grasos y enzimas de la fosforilación oxidativa (el ADP se transforma en ATP).
- > **Cámara interna o matriz mitocondrial** contiene los mismos orgánulos que tendría una célula procariota de vida libre; es decir, contiene iones y metabolitos a oxidar, ADN circular bicatenario, ribosomas tipo 55S (70S en vegetales) y ARN mitocondrial. Aquí tiene lugar las principales rutas metabólicas como el ciclo de Krebs y la beta-oxidación de los ácidos grasos; y la oxidación de los aminoácidos.



8 Plastos

Los plastos ("red formada dentro") son un grupo de orgánulos membranosos exclusivos de las células vegetales, de forma y tamaño variados, delimitados por una membrana doble y que presenta ADN circular. Los plastos se clasifican, según su y función, en: cromoplastos, leucoplastos y cloroplastos

8.1 Cromoplastos

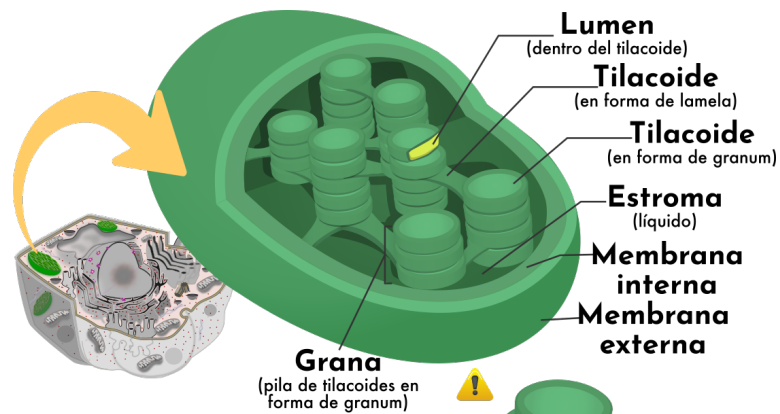
Los **cromoplastos** poseen diversos pigmentos, como carotenos (amarillos o anaranjados), xantofilas (amarillentas), licopeno (rojo), etc. No tienen clorofilas (es un pigmento). Se encuentran en raíces como la zanahoria, frutos como el tomate y el pimiento o pétalos de algunas flores. Durante la maduración de los frutos, como el tomate, los cromoplastos se originan a partir de los cloroplastos. A lo largo de este proceso, se produce la síntesis de pigmentos carotenoides acompañada de la modificación o desaparición del sistema de tilacoides y de la descomposición de la clorofila.

8.2 Leucoplastos

Los **leucoplastos** son incoloros, ya que carecen de pigmentos, y almacenan distintos productos vegetales como almidón (amiloplastos), proteínas (proteinoplastos) y lípidos (elaicoplastos u oleoplastos). Se encuentran en tejidos no fotosintéticos, en células embrionarias, meristemáticas y en regiones de la planta no expuestas a la luz.

8.3 Cloroplastos

Los **cloroplastos** son orgánulos celulares en forma de elipse formados por (1) una doble membrana y (2) sacos apilados (tilacoides) de color verde. Se encuentran en todas las células vegetales fotosintéticas. Su color se debe a la presencia de clorofilas que son un conjunto de pigmentos de color verde. La forma, el tamaño, el número y distribución de los cloroplastos varía según la especie vegetal y el tipo de tejido.



Cloroplastos en células eucariotas



Grana vs. Granum
Grana es el plural de Granum es singular
 (las cosas del latín)

8.3.1 Estructuras de los cloroplastos

Los cloroplastos están constituidas por una serie de elementos que desde fuera hacia adentro son:

- **Membrana externa** es un bicapa lipídica (40%) con proteínas asociadas (60%). Muchas de estas proteínas son integrales y actúan como canales de penetración (porinas) que hace que la membrana sea permeable a iones y moléculas pequeñas.
- **Espacio intermembrana**, situada entre la membrana exterior y la interior, con una composición muy parecida al citosol debido a la permeabilidad de la membrana externa.
- **Membrana interna** es continua e impermeable a iones y pequeñas moléculas, pues carece de poros. Solo pueden entrar a través de transportadores específicos de membrana.
- **Estroma** es una matriz amorfa compuesta por un alto contenido de proteínas, ADN circular y ribosomas de tipo bacteriano. El estroma es el lugar donde se producen la fijación del CO₂ y la síntesis de glúcidos, ácidos grasos y algunas proteínas.
- **Tilacoides** son discos aplanados o cisternas inmersas en el estroma. Estas cisternas presentan una membrana tilacoidal muy rica en pigmentos y una cavidad interior que recibe el nombre de lumen o espacio tilacoidal. El pigmento más abundante es la clorofila. Los tilacoides, según su forma, pueden ser de dos tipos:
 - ➔ **Tilacoides de gránulos.** Son pequeños, con forma de disco y se presentan apilados como si fueran monedas. Cada pila recibe el nombre de gránulo o grana.
 - ➔ **Tilacoides de estroma o lamelas.** Son sáculos alargados que se extienden por el estroma y comunican los tilacoides de los diferentes grana

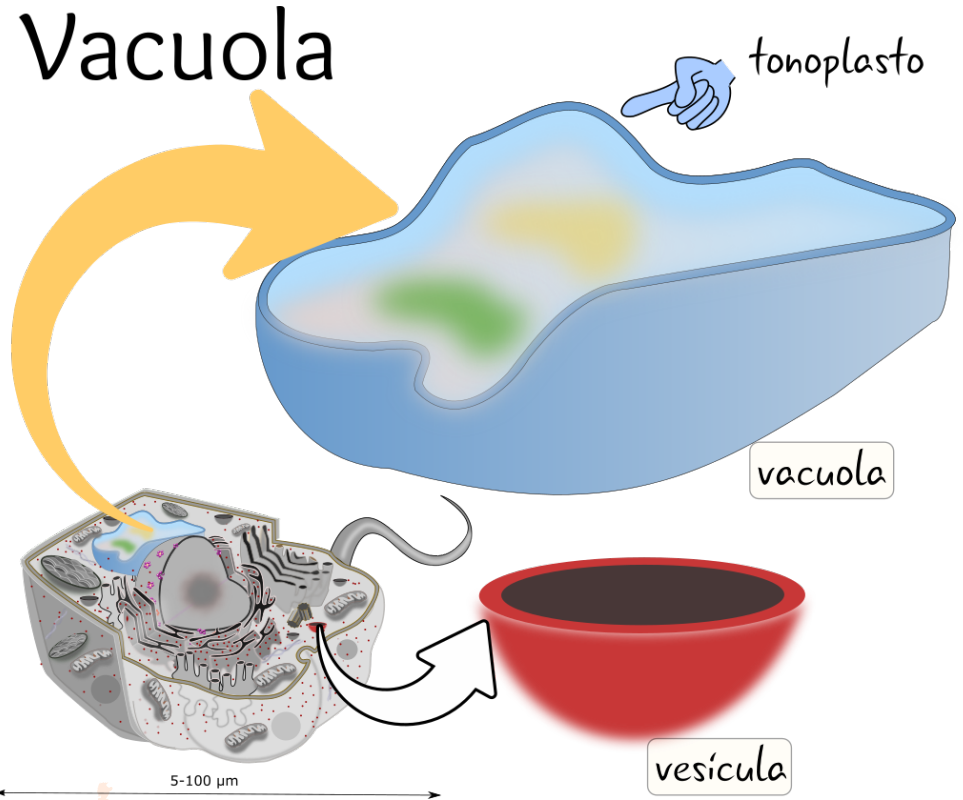
8.3.2 Funciones de los cloroplastos

Las principales funciones de los cloroplastos son: (1) realizar la fotosíntesis, que consiste en convertir la energía luminosa en energía química y de sintetizar materia orgánica a partir de la materia inorgánica; (2) biosíntesis de ácidos grasos y (3) reducción de nitratos a nitritos.

9 Vacuolas

Las vacuolas son orgánulos celulares **sí** limitados por membrana plasmática denominada **tonoplasto** que contienen un líquido muy particular llamado **jugo celular**. La mayoría de las vacuolas se forman por la fusión de múltiples vesículas membranosas. Es un orgánulo muy importante en células vegetales.

Las células vegetales jóvenes poseen una gran cantidad de vacuolas diminutas y, a medida que las células crecen y se diferencia, las vacuolas aumentan su tamaño y se fusionan hasta constituir una (o dos) gran vacuola central que puede llegar a ocupar la práctica totalidad del citoplasma desplazando el núcleo hacia un costado.



9.1 Componentes de las vacuolas

El jugo celular contiene: (1) sustancias de reserva, como azúcares, almidón y proteínas; (2) sustancia mineral, que se acumulan en forma de cristales. Por ejemplo, el oxalato cálcico; (3) sustancias aromáticas y sustancias tóxicas, como los alcaloides, que el vegetal utiliza para atraer a determinados animales en su propio beneficio o para ahuyentar a los herbívoros. Algunos alcaloides tiene un uso medicinal como la morfina; (4) pigmentos hidrosolubles, como los antocianos de colores rojos, violeta o azul que dan color a los pétalos, frutas (uvas, ciruelas, cerezas), raíces (remolacha) y hojas de coloración otoñal y (5) grandes cantidades de agua.

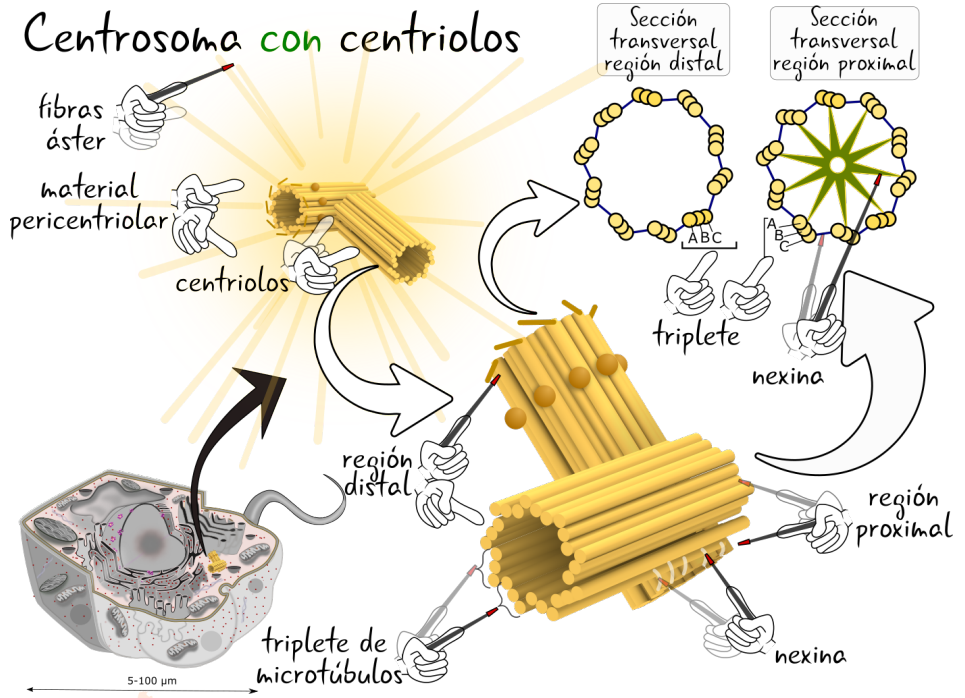
9.2 Funciones de las vacuolas

Las principales funciones de las vacuolas son: .

- **Mantenimiento de la turgencia celular.** La concentración de solutos es mayor en las vacuolas que en el citosol, el agua tiende a entrar, por ósmosis creando una presión hidrostática en su interior
- **Digestión celular.** En el interior de la vacuolas encontramos hidrolasas que realizan la digestión intracelular
- **Almacenamiento de sustancias diversas.** Sirve de almacén transitorio de sustancias diversas.

10 Centrosoma

El centrosoma es un orgánulo **no** delimitado por membrana que se encuentra en todas las células eucariotas. La función del centrosoma es generar microtúbulos que intervendrán en la división celular (huso acromático) y en el movimiento celular realizado por apéndices móviles como los cilios y flagelos.



10.1 Clasificación de los centrosomas

Los centrosomas se clasifican, según presente o no centriolos, en: centrosoma con centriolos o centrosoma sin centriolos.

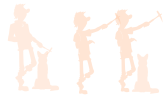
Centrosoma con centriolos. Está presente en todas las células animales, algas y de muchos protozoos. Se distinguen los siguientes elementos:

- ➔ **Material pericentriolar.** Es un material proteico que se encarga de la síntesis de microtúbulos.
- ➔ **Fibras del áster.** Son microtúbulos que irradian a partir del material pericentriolar en todas las direcciones.
- ➔ **Diplosoma.** Es la parte central y está formada por dos centriolos dispuestos perpendicularmente entre sí. Los centriolos son una pareja de cilindros huecos rodeados del material pericentriolar de la que irradian fibras. Cada centriolo es un cilindro corto y hueco de 0,2 μm de diámetro y 0,5 μm de longitud. Todo centriolo presenta una estructura externa y otra interna:
 - ➔ **Estructura externa o pared del centriolo.** Está formado por nueve tripletes de microtúbulos que forman todos estos juntos y unidos entre sí un círculo. Cada microtúbulo del triplete se designa con una letra: microtúbulo A, microtúbulo B y microtúbulo C. Cada triplete está unido a su triplete vecino mediante unas proteínas fibrosas llamadas nexina, que conecta el microtúbulo A de un triplete con el microtúbulo C del triplete siguiente.
 - ➔ **Microtúbulo A.** Es el más próximo al centro del cilindro, tiene sección circular y está compuesto de trece protofilamentos.
 - ➔ **Microtúbulo B.** Se encuentra adosado al microtúbulo A, con el que comparte tres protofilamentos, por lo que sólo posee diez protofilamentos; su sección tiene forma de media luna.
 - ➔ **Microtúbulo C.** Se encuentra adosado al microtúbulo A, con el que comparte tres protofilamentos, por lo que sólo posee diez protofilamentos; su sección tiene forma de media luna.
 - ➔ **Estructura interna del centriolo.** Es diferente según se trate de la región distal o proximal. De cada microtúbulo A parte una lámina radial que se dirige al centro del cilindro, que está ocupado por un eje tubular. Las láminas radiales y el eje tubular son de nexina (proteína fibrosa).
 - ➔ **Región distal.** Es la región del centriolo más alejada del centro de la célula. Su interior está vacío.
 - ➔ **Región proximal.** Es la más cercana al centro de la célula. Su interior está ocupado por una estructura con aspecto de rueda de carro.

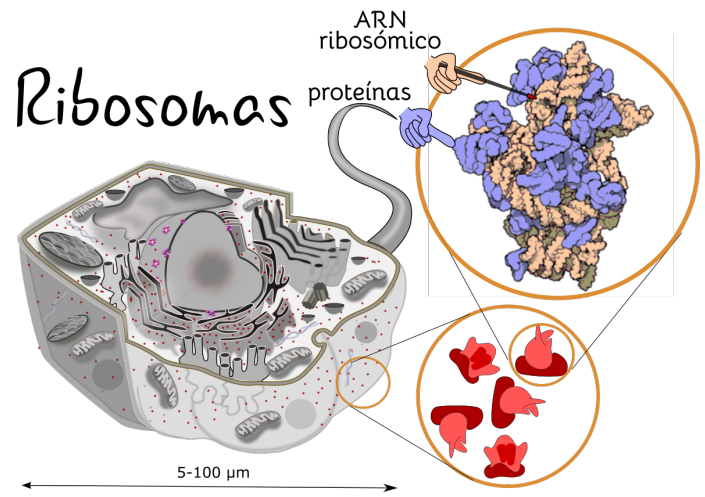
Centrosoma sin centriolos. Se encuentra en las células de los hongos, vegetales superiores y algunos protozoos. Se distinguen todos elementos antes descritos, menos los centriolos.



11 Ribosoma



El ribosoma es un orgánulo celular **no** membranosos de pequeño tamaño (unos 200 Å de diámetro, sólo observables al microscopio electrónico) que está formado por ARN ribosómico (ARNr) y proteínas. Los ribosomas se encuentran presentes tanto en células eucariotas como procariontas. La función de los ribosomas es la biosíntesis de proteínas o traducción, que consiste en unir los aminoácidos en un orden predeterminado.



11.1 Dónde se encuentran los ribosomas

Los ribosomas se encuentran en diferentes compartimentos celulares:

- **Ribosomas libres** en el citoplasma de todas las células, aislados o asociados a ARNm formando polirribosomas gracias a la acción de unas proteínas (riboforinas) que posibilitan su anclaje.
- **Ribosomas en el interior de los cloroplastos y mitocondrias.** Los ribosomas cloroplásticos (plastorribosomas) y mitocondriales (mitorribosomas) aparecen siempre libres y son similares a los ribosomas de células procariontas, que tienen un coeficiente de sedimentación de 70 S.
- **Ribosomas adosadas a la cara externa del retículo endoplasmático rugoso.** La mayoría de los ribosomas (más del 90%) de las células eucariotas se encuentran asociadas a la membrana del retículo endoplasmático rugoso. Esta unión se realiza a través de la unidad grande del ribosoma..

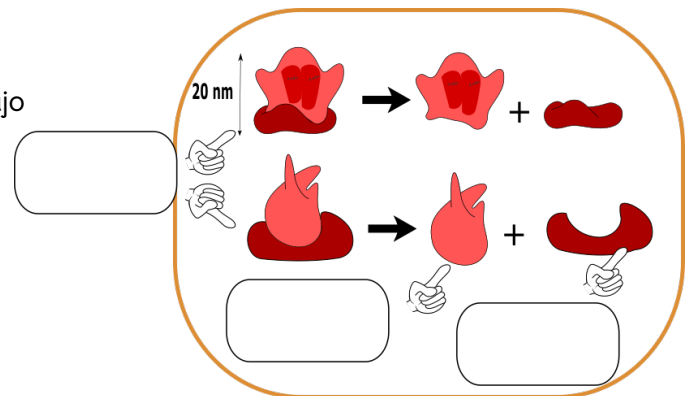
11.2 Estructura de los ribosomas

Los ribosomas está formado por dos subunidades desiguales, una grande y una pequeña.

- **Subunidad grande.** Tiene un coeficiente de sedimentación 60 S en ribosomas eucariotas y 50 S en ribosomas procarióticos.
- **Subunidad pequeña.** Tiene un coeficiente de sedimentación 40 S en ribosomas eucariotas y 30 S en ribosomas procarióticos



Completa los nombres de los recuadros del dibujo

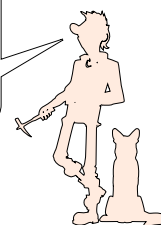


11.3 Dónde se fabrican los ribosomas

Las dos subunidades ribosomales se forman en el nucléolo. Allí cada subunidad se forman al unirse sus dos componentes: el ARNr y las proteínas ribosomales. El ARNr se sintetiza en el núcleo, mientras que las proteínas lo hacen en el citosol y posteriormente emigran hacia el nucléolo. Las dos subunidades ribosomales salen al citoplasma a través de los poros nucleares, y es allí donde se ensamblan para formar el ribosoma.



Las células pueden desplazarse en el medio gracias a dos tipos de apéndices móviles situados en la superficie celular: los cilios y flagelos. Ambos reciben el nombre de undulipodio. Estos apéndices pueden moverse de manera ondulada, como un látigo, rotando como la hélice de un barco o de manera rígida, como un remo. ¿Qué diferencia hay entre un cilio y un flagelo? La única diferencia es la escala. Los cilios son más cortos, de 2 a 20 μm y se encuentran en gran número; mientras que, los flagelos son mucho más largos, entre 10 y 200 μm , más gruesos y su número es más reducido, generalmente uno o dos.



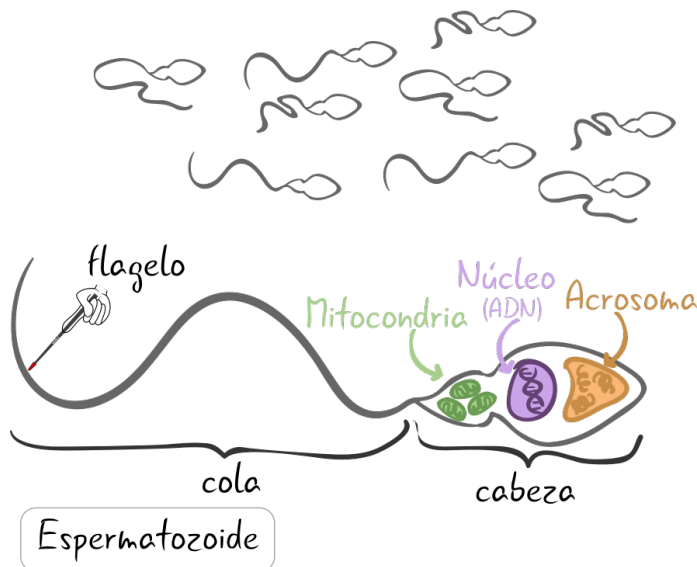
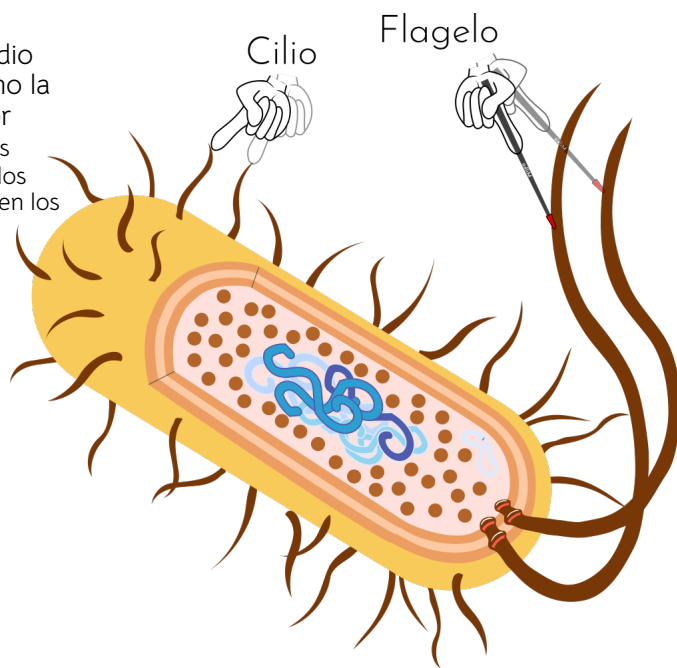
12 Undulipodio: apéndices celulares

Los undulipodio son dos tipos de apéndices móviles situados en la superficie celular: los cilios y flagelos. Estos apéndices pueden moverse de manera ondulada, como un látigo, rotando como la hélice de un barco o de manera rígida, como un remo. ¿Qué diferencia hay entre un cilio y un flagelo? La única diferencia es la escala. Los cilios son más cortos, de 2 a 20 μm y se encuentran en gran número; mientras que, los flagelos son mucho más largos, entre 10 y 200 μm , más gruesos y su número es más reducido, generalmente uno o dos.

12.1 Flagelos

Los **flagelos** [del latín flagello, látigo] son largos apéndices móviles en forma de látigo situados en la superficie celular que presentan una estructura interna formada por microtúbulos. Su número suele ser escaso entre una y dos. Están presentes en muchas bacterias y eucariotas. Los flagelos eucariotas están rodeados por la membrana plasmática, los bacterianos no.

Los flagelos permiten desplazar la célula a través de un medio líquido. Los flagelos bacterianos mueven la célula rotando como la hélice de un barco; los flagelos eucariotas mueven la célula por ondulación, moviéndose como un látigo una y otra vez (algunos protozoos, en las larvas de los equinodermos, moluscos y anélidos, y en los espermatozoides de los animales, en los anterózoos de los vegetales y en los óvulos, que se desplazan de ese modo desde el ovario hasta el útero).



12.2 Cilios

Los **cilios** [del latín cilium, pestaña, cabello] son cortos apéndices móviles en forma de pelo situados en la superficie celular que presentan una estructura interna formada por microtúbulos. Su número suele ser abundante llegando incluso a tapizar toda la superficie celular o una parte importante de ella.

Los cilios pueden: (1) mover líquidos o partículas extracelulares, es el caso de las células que recubren las trompas de falopio y las células epiteliales del aparato respiratorio; o (2) mover al organismo unicelular como los protozoos ciliados. Los cilios se mueven rítmicamente y de forma coordinada, cada uno con un movimiento semejante al del brazo de un nadador, retrocediendo en posición extendida, y en conjunto al de un trigal azotado por el viento (movimiento de batida coordinado).



12.2 Estructura de los undilupodios

Los cilios y flagelos en células eucariotas responde a un mismo patrón estructural que consiste en una forma cilíndrica, de diámetro uniforme en toda su longitud, con una terminación redondeada, semiesférica. En un corte longitudinal, de arriba a abajo, distinguimos tres partes: tallo, zona de transición y corpúsculo basal

Tallo o axonema. Es la parte alta y media que sobresale de la célula y está formado por un haz de microtúbulos rodeados por la membrana plasmática. En un corte transversal se aprecia nueve parejas (dobletes) de microtúbulos colocados en un círculo alrededor de dos microtúbulos centrales; esto se llama patrón $9 \times 2 + 2$ de microtúbulos o axonema.

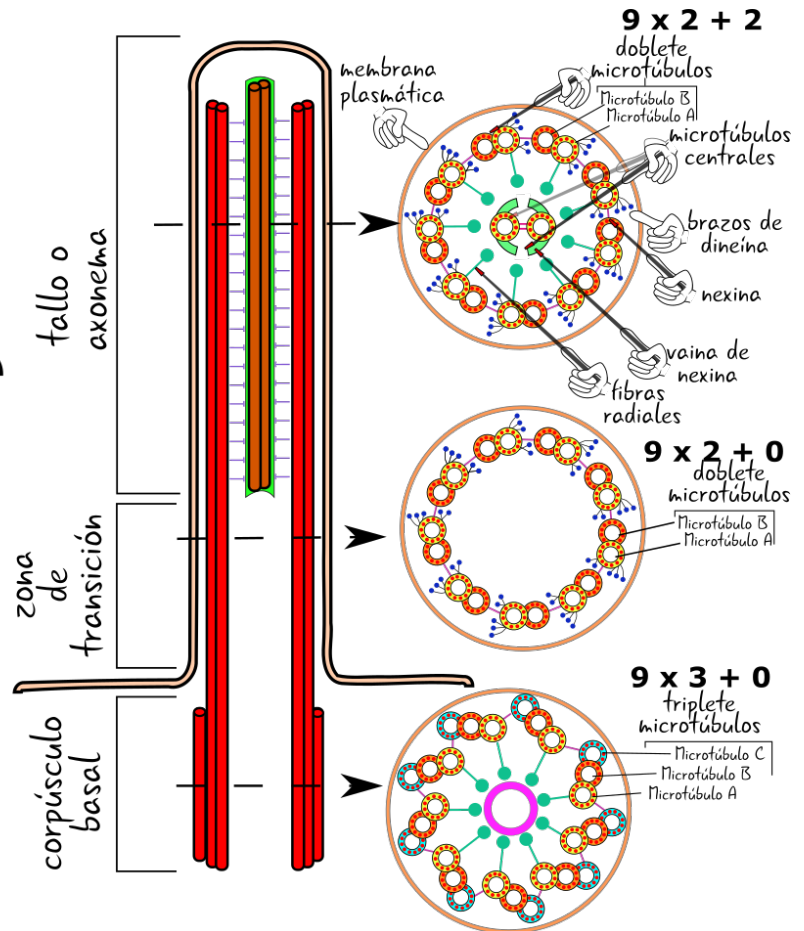
Los dos microtúbulos centrales son completos, es decir, cada uno está formado por sus trece protofilamentos y están rodeados por una vaina de nexina.

Los microtúbulos periféricos lo forman dos microtúbulos, el más interno o A es completo (posee trece protofilamentos) del que sale la proteína dineína a modo de dos brazos; el más externo o B es incompleto (presenta diez protofilamentos). El microtúbulo A de cada pareja está unido con el microtúbulo B de la pareja siguiente mediante un puente filamentososo de nexina.

Zonas de transición Es la base del cilio o flagelo. En un corte transversal observamos un haz de microtúbulos rodeados por la membrana plasmática. La estructura de los microtúbulos es $9 \times 2 + 0$, pues los dos microtúbulos centrales desaparecen.

Corpúsculo basal o cinetosoma. Es la parte del orgánulo inmersa en el citoplasma. En corte transversal, presenta la misma estructura que un centriolo ($9 \times 3 + 0$).

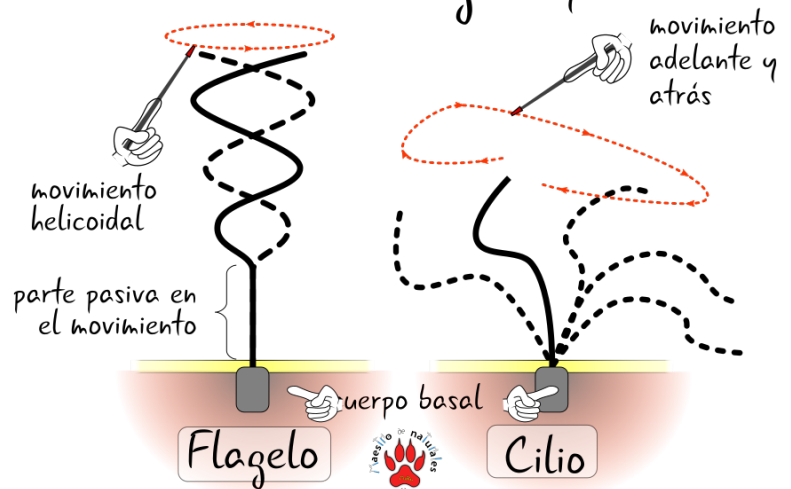
Estructura de un flagelo y un cilio



12.3 Cómo se mueven los undilupodios

El movimiento de los cilios y flagelos se producen por el deslizamiento de los dobletes externos de microtúbulos, uno con respecto al otro, impulsados por la actividad motora de la dineína. En presencia de ATP, los brazos de la dineína que salen del microtúbulo A de cada doblete "camina" sobre el microtúbulo B del doblete siguiente en dirección al extremo menos. Como los dobletes están unidos unos a otros por puentes de nexina, el deslizamiento de un doblete sobre el otro provoca la flexión del cilio o flagelo. Esta flexión es la base del movimiento de batido de cilios y flagelos.

Movimiento de un flagelo y un cilio



En células ciliadas, los cilios se encuentran tan próximos uno a otros que si cada uno se moviera de forma independientemente del resto, se enredarían entre sí. Por eso los cilios se desplazan de forma coordinada: cada uno realiza el mismo movimiento que el anterior, pero retrasado una fracción de segundo. El resultado es una onda de batido como las espigas mecidas por el viento.



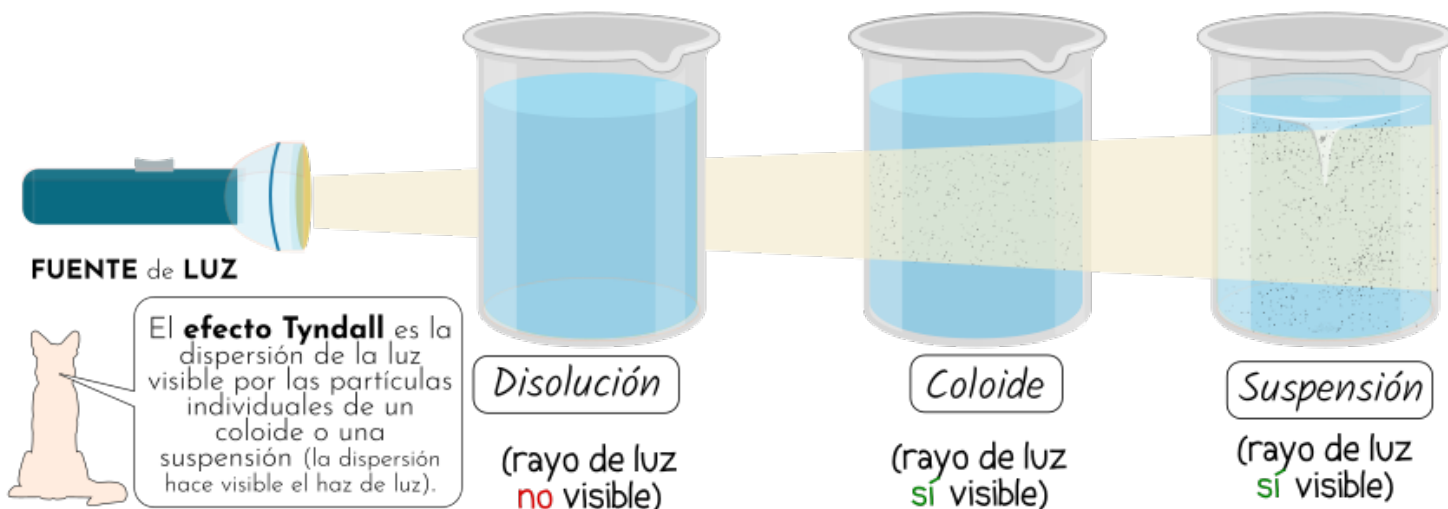
ANEXO 1

Tras leer el siguiente infografía-tabla contesta a esta pregunta ¿El fenómeno que estoy señalandoa qué es una disolución, coloide o una suspensión?

SISTEMA MEZCLAS

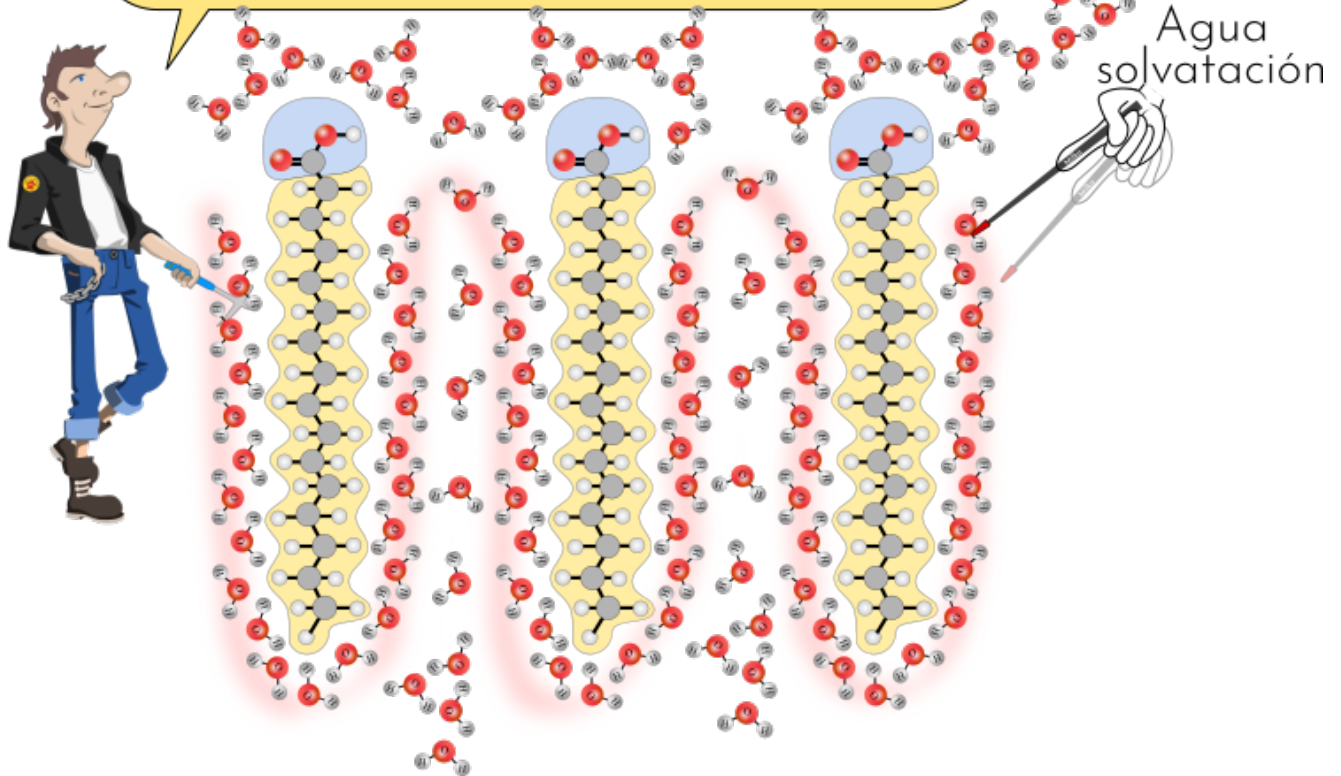
(combinación física -ojo, no química- de dos o más sustancias)

	Disolución	Coloide	Suspensión
¿homogénea o heterogénea?	Homogénea	Homogénea, pero al microscopio heterogénea	Heterogénea
Ø de las partículas	< 1 µm (sales minerales, monosacáridos o aminoácidos)	< 0,001 µm - 1 µm > (polisacáridos, lípidos, proteínas o ácidos nucleicos)	> 1 µm (concreto o hormigón)
¿Efecto Tyndall?	☹️ ❌	😊 ✅	😊 ✅
¿Se separa por centrifugación?	☹️ ❌	😊 ✅	😊 ✅
¿Se separa por decantación?	☹️ ❌	☹️ ❌	😊 ✅



Agua libre vs. Agua de solvatación

La solvatación describe la interacción entre moléculas de un disolvente con moléculas o iones de un soluto. En la disolución los iones del soluto se dispersan y son rodeados por moléculas de disolvente.



CARACTERÍSTICA

- 1 "una cualidad que es distintiva, propia o peculiar de una persona, animal o cosa y que la distingue de los demás,
- 2 las características pueden ser buenas o malas



Por ejemplo: "Juana es bella físicamente, pero no tiene educación", en esa oración hay dos características de la misma persona una buena: bella y una mala: no tiene educación.

PROPIEDAD

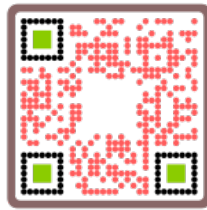
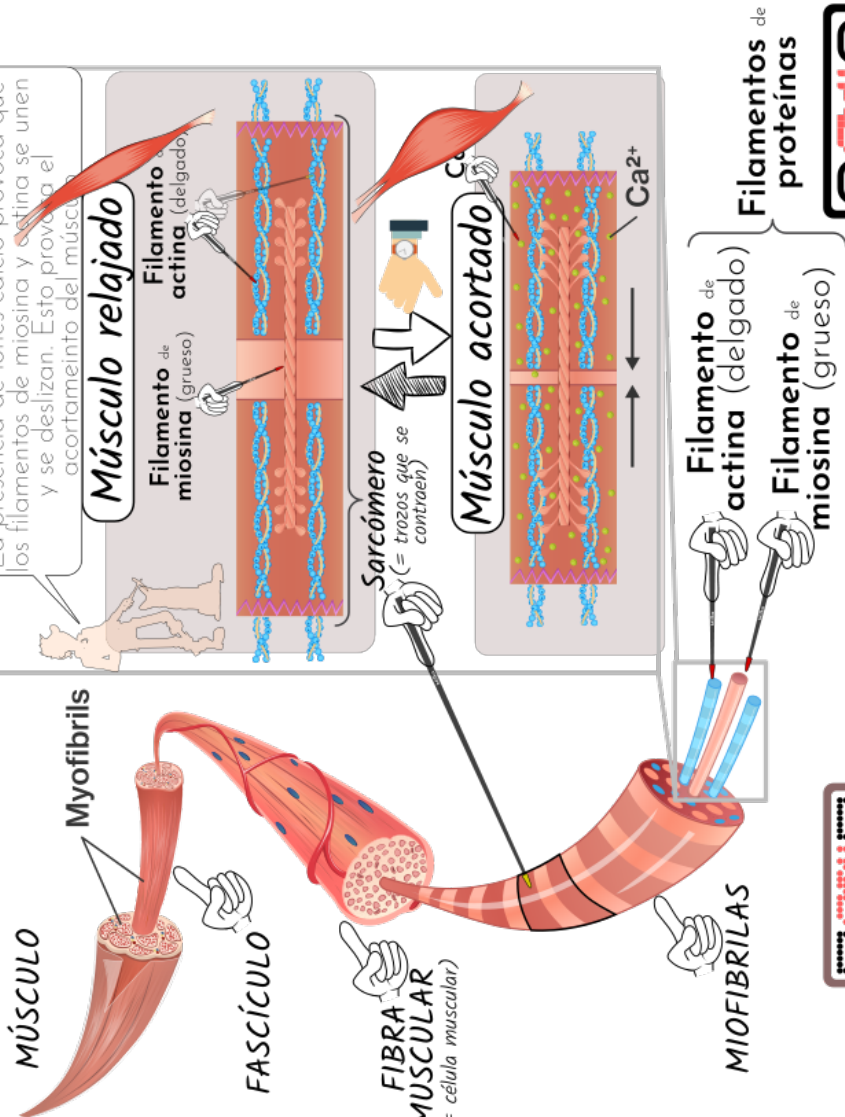
- 1 "una cualidad que deriva de otra característica previa"
- 2 las propiedades son siempre buenas



Por ejemplo: "María es una persona alegre y sabe tratar a los niños". En esa oración hay una característica de la persona: alegre y una propiedad: saber tratar; es decir, la propiedad viene dada por una característica previa en la persona o cosa.



¿Dónde estamos?



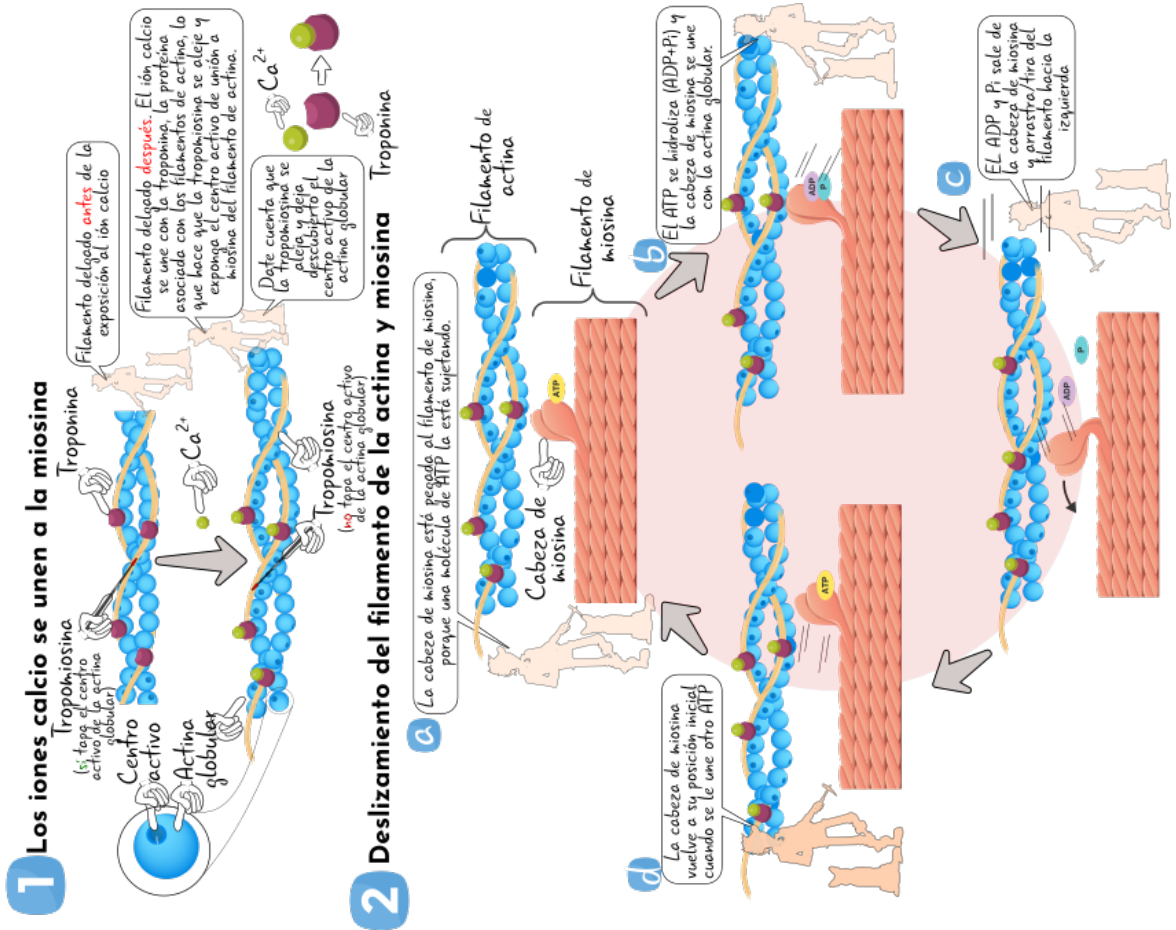
#1 Deslizamiento actina por la miosina



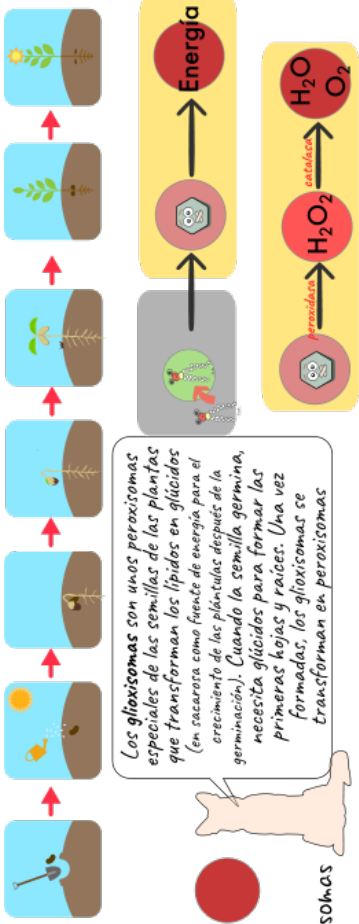
#2 Deslizamiento actina por la miosina HIPERACTINA

ANEXO 2

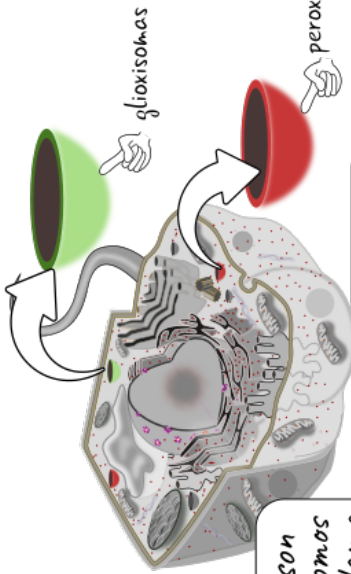
¿Qué ocurre?



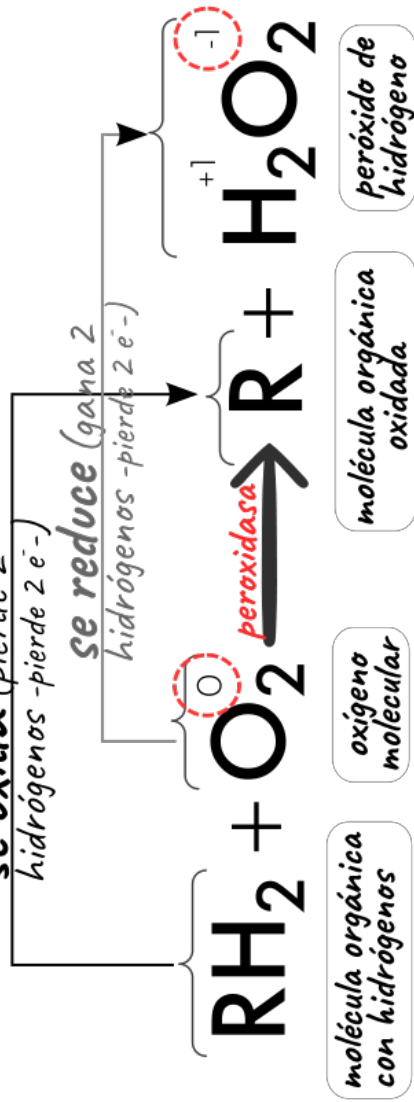
ANEXO 3



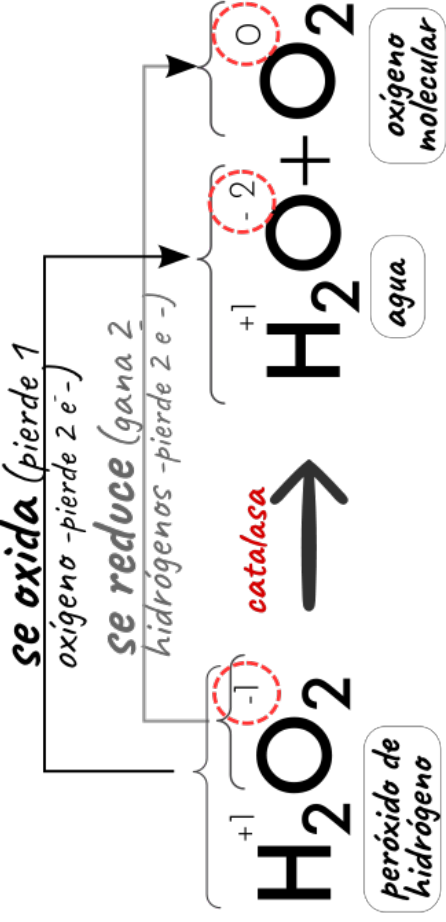
Los glioxisomas son unos peroxisomas especiales de las semillas de las plantas que transforman los lípidos en glúcidos (en su caso) como fuente de energía para el crecimiento de las plántulas después de la germinación. Cuando la semilla germina, necesita glúcidos para formar las primeras hojas y raíces. Una vez formadas, los glioxisomas se transforman en peroxisomas.



#1 OXIDASA. Las moléculas orgánicas (RH_2) se oxidan según la siguiente reacción:



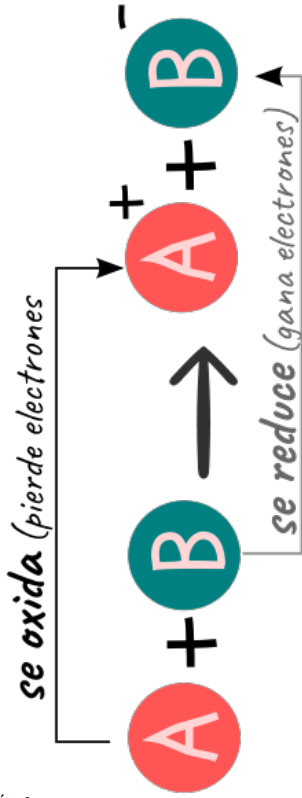
#2 CATALASA. El peróxido, al ser tóxico para la célula hay que eliminarlo, se oxida según la siguiente reacción:



La "oxidación" y "reducción" es el proceso químico donde el átomo (o un grupo de átomos) pierde o gana electrones, respectivamente.

Los números de oxidación son números asignados a los átomos (o grupos de átomos) que ayudan a los químicos a llevar un registro de cuántos electrones se encuentran disponibles para ser transferidos y saber si los reactivos se oxidan o se reducen dentro de una reacción.

Una reacción de oxidación-reducción (redox) es un proceso químico donde unas sustancias (átomos o biomoléculas) se transfieren electrones (unos pierden y otros ganan electrones) y se transforman en otras sustancias. Estas reacciones se pueden representar mediante ecuaciones químicas de este tipo:



Una reacción química es un proceso mediante el cual unas sustancias (átomos o biomoléculas) llamadas reactivos se transforman (mediante cambios en la estructura molecular y/o enlaces químicos) en otras sustancias llamadas productos. Estas reacciones se pueden representar mediante ecuaciones químicas de este tipo:

