

Del Átomo a la Molécula.

Introducción.

La principal diferencia entre los seres vivos y la materia inerte es que los seres vivos tienen la capacidad de realizar las tres funciones vitales:

- **Nutrición:** Capacidad de captar sustancias o elementos del medio externo (denominados nutrientes) y procesarlos haciendo que pasen a formar parte del medio interno o le aporte energía.
- **Relación:** Capacidad de captar estímulos del medio externo, analizarlos o interpretarlos y responder a ellos. La captación de imágenes, la comunicación, la respuesta o adaptación al ambiente forma, al final, parte de los procesos de relación.
- **Reproducción:** Capacidad de dar lugar a otro ser vivo igual o semejante a su predecesor. Es un sistema de paso de información a generaciones inferiores y de perpetuar esta información a través del tiempo.

¿Existen diferencias químicas entre los seres vivos y la materia inerte? Aunque los seres vivos y el resto del entorno poseen una composición basada en los mismos elementos, los átomos, existen importantes diferencias sobre qué elementos son abundantes o escasos. Por ejemplo, el nitrógeno o el carbono, que son muy abundantes en los seres vivos, son escasos en la naturaleza.

También existen diferencias importantes en cuanto a:

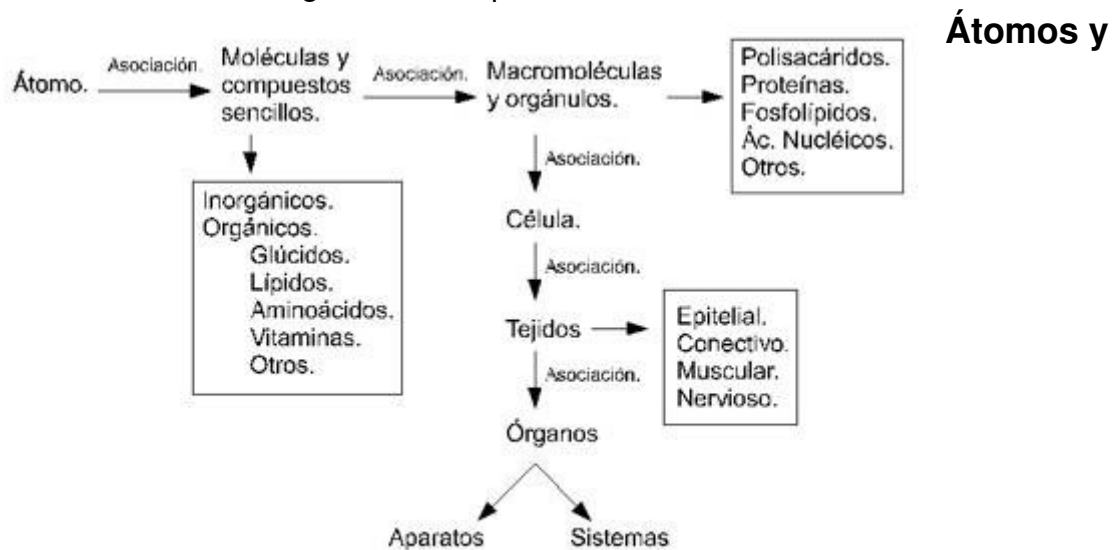
- **Complejidad:** Los seres vivos poseen componentes químicos más complejos que los que aparecen en la naturaleza. Las moléculas orgánicas complejas son exclusivas de los seres vivos.
- **Orden:** La estructura de los seres vivos es muy ordenada y tiende a mantener este orden, frente a la tendencia de la materia inerte de caer en el caos o desorden.

En los seres vivos tienen lugar reacciones químicas, de una forma ordenada, controlada y en general compleja. Al conjunto de todas las reacciones químicas que tienen lugar dentro de un ser vivo las denominaremos **metabolismo**.

Dividimos el metabolismo en dos grandes grupos de reacciones químicas:

- **Catabolismo:** reacciones químicas de destrucción. Provocan que estructuras o moléculas complejas se transformen en estructuras o moléculas más sencillas. El catabolismo tiene dos funciones fundamentales:
 - o **Obtener energía.**
 - o **Renovación (turnover).**
- **Anabolismo:** reacciones de construcción. Fabrican estructuras más complejas a partir de estructuras más sencillas. Los procesos de anabolismo consumen energía.

Los seres vivos pueden entenderse como un sistema con una complejidad creciente. Veremos un esquema de esta complejidad creciente partiendo desde los átomos hasta el organismo completo.



Elementos.

En la Naturaleza existen unos cien tipos de átomos diferentes, los elementos químicos. El resto de elementos de la tabla (hasta los 110 actuales) son fabricados en el laboratorio. No todos los elementos de la naturaleza forman parte de los seres vivos, aunque si una buena parte, en mayor o menor medida.

Se divide a los elementos que forman parte de los seres vivos en los siguientes grupos:

- **Elementos esenciales o biogénéticas:** Aparecen en cantidades relativamente abundantes en los seres vivos. Se consideran elementos biogénéticas los siguientes: carbono (C), Hidrógeno (H), Oxígeno (O), Nitrógeno (N), Calcio (Ca), Sodio (Na), Fósforo (P), Potasio (K), Magnesio (Mg) y Cloro (Cl). De ellos, los cuatro primeros (carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno) son los más abundantes con mucha diferencia. En alguna bibliografía se considera al hierro (Fe) como elemento esencial o biogénética, en otros se le considera oligoelemento.
- **Oligoelementos:** Los oligoelementos aparecen en los seres vivos en cantidades muy pequeñas, pero son indispensables para el ser vivo. Existen muchos oligoelementos diferentes, siendo los más conocidos el Yodo (I), Cobre (Cu), Silicio (Si), Selenio (Se) o Manganeseo (Mn), aunque las investigaciones van añadiendo poco a poco más elementos.

Aunque los elementos químicos pueden aparecer aislados, en la mayor parte de los casos se combinarán entre si para formar moléculas.

Moléculas.

Las moléculas se forman cuando dos o más átomos se combinan entre si. Existen dos grandes tipos de moléculas:

- **Inorgánicas:** Son moléculas más sencillas, que pueden aparecer en la naturaleza sin la intervención de un ser vivo. La molécula inorgánica más abundante e importante para los seres vivos es el agua (H_2O). La vida se originó en el medio acuático y el agua supone, por ejemplo, el 70% del contenido del cuerpo humano (hay tejidos, como el óseo y sobre todo el adiposo, con contenidos en agua muy bajos y otros como el nervioso con cantidades de agua muy elevadas). Otra molécula importante es el O_2 , el oxígeno molecular que respiramos, o el CO_2 que se produce en el metabolismo y expulsamos en la espiración. También las sales minerales, muchas disueltas en el agua de nuestro cuerpo, o formando cristales como las sales de calcio de los huesos.

- **Orgánicas:** Deben fabricarse en el interior de algún ser vivo (hay excepciones, como el metano). Existe una enorme variedad de moléculas orgánicas. Podemos clasificar las moléculas orgánicas de los seres vivos en los siguientes grupos:

- o **Glúcidos:** También denominados hidratos de carbono o azúcares. Existen muchos glúcidos, siendo importantes la glucosa o la fructosa. La principal función de los glúcidos es energética, siendo metabolizados para obtener energía inmediata que permita el funcionamiento del ser vivo. En los animales, al precisar movimiento, no suelen acumular glúcidos para obtener energía, ya que serían demasiado pesados. Los glúcidos también pueden tener otras funciones, como estructural, formando parte de las membranas biológicas o en las fibras que constituyen la dermis, informativa o de marcaje de moléculas o estructuras, como ocurre con la manosa en el interior de la célula, etc.

- o **Lípidos:** También conocidos como grasas. Son el principal sistema de reserva de energía en los animales, ya que son más ligeros que los glúcidos. También es importante su función estructural, principalmente formando parte de los fosfolípidos, que constituyen las membranas de las células. También pueden cumplir funciones como moléculas señalizadoras (muchas hormonas son lipídicas).

- o **Aminoácidos:** Son las moléculas orgánicas encargadas de constituir las proteínas. En los seres vivos aparecen 20 aminoácidos diferentes; para formar las proteínas, estos aminoácidos se combinan entre si formando cadenas lineales no ramificadas. Los aminoácidos son, por lo tanto, moléculas estructurales. En caso de necesidad, las células son capaces de catabolizar aminoácidos para obtener energía, aunque si hubiese disponibilidad, el combustible principal son los glúcidos.

- o **Vitaminas:** Las vitaminas son siempre compuestos orgánicos fundamentales para la vida del ser vivo, pero que el ser vivo no es capaz de fabricar por si mismo (al menos en cantidad suficiente) y debe consumirlo de otro ser vivo que si es capaz de fabricarlo. Se clasifican en dos grandes grupos, hidrosolubles (por

ejemplo las del grupo B) y liposolubles (por ejemplo la vitamina D y la vitamina E).

o **Otros:** Existen otras moléculas orgánicas importantes y que no pertenece a ninguno de estos grupos. Por ejemplo, las bases xánticas (púricas y pirimidínicas) que forman parte de los ácidos nucleicos (ADN y ARN).

Macromoléculas.

Las macromoléculas son moléculas orgánicas de gran tamaño que se forman por la unión de varias moléculas orgánicas entre sí. Existen muchos tipos de macromoléculas. Vamos a ver las más importantes:

- **Polisacáridos:** Son macromoléculas formadas por la unión de glúcidos entre sí. Pueden formar cadenas tanto lineales como ramificadas. Y sus funciones pueden ser muy variadas. Pueden constituir una reserva de energía, como ocurre con el glucógeno (en los seres humanos se acumula, fundamentalmente, en el hígado). O ser un componente estructural, como ocurre con los glucosaminoglicanos, que forman parte de la dermis de la piel. Algunos son moléculas de marcaje y reconocimiento, como ocurre con los polisacáridos de la membrana de los glóbulos rojos, responsable de los grupos sanguíneos.
- **Proteínas:** Cadenas lineales no ramificadas de aminoácidos (suelen ser cadenas de más de 100 aminoácidos, pudiendo llegar a varios miles). Pueden contener unidos otro tipo de moléculas, como glúcidos y hablaremos de glucoproteínas (o glicoproteínas), lípidos y hablaremos de lipoproteínas, o varias proteínas unidas entre sí y hablaremos de proteínas complejas o compuestas. Existen muchos tipos de proteínas diferentes. Por un lado están las **enzimas**, proteínas encargadas de acelerar la velocidad de las reacciones químicas de los seres vivos; los enzimas son el principal mecanismo funcional de los seres vivos, controlan todas las reacciones químicas del mismo. Toda la actividad química del ser vivo está regida por sistemas de enzimas. También existen proteínas con funciones estructurales, como por ejemplo el colágeno, una proteína en forma de filamento que da consistencia a los tejidos. O proteínas funcionales no enzimáticas, como los canales iónicos de las membranas, que permiten y controlan el paso de sustancias desde el exterior al interior de la célula y viceversa.
- **Fosfolípidos:** Formados por la unión de dos ácidos grasos (de naturaleza lipídica) unida, mediante un enlace con un grupo fosfato, a una molécula orgánica de distinta naturaleza (frecuentemente será un azúcar). Son los principales componentes estructurales de las membranas biológicas. Los fosfolípidos son moléculas que poseen dos zonas muy diferenciadas, la formada por los dos ácidos grasos, que es de naturaleza hidrófoba (o lipófila) y la formada por el grupo fosfato y la molécula que lleve unida, que es de naturaleza hidrófila (o lipófila). Esta propiedad es la que hace que formen bicapas lipídicas.



- **Ácidos Nucléicos:** Los ácidos nucleicos son los principales sistemas de acumulación y transmisión de información, tanto para ser acumulada, codificada y traducida como para ser transmitida a otra generación.
 - o **ADN:** En seres vivos eucariotas (todos los animales están compuestos por células eucariotas) el principal sistema de acumulación de información es el ácido desoxirribonucleico (ADN). El ADN es una molécula lineal, formada por dos hebras entrelazadas en forma de doble hélice. La información es codificada según la secuencia en la que aparecen cuatro compuestos químicos, llamados bases xánticas, la Adenina, Timina, Citosina y Guanina (A, T, C, G). Esta secuencia de bases ATCG se traducirá, tras la traducción del ADN, en la secuencia de aminoácidos de las proteínas; es decir, el ADN lleva codificada la información para fabricar todas las proteínas de la célula; con ello, se fabricarán los sistemas estructurales y los enzimas correspondientes, y por lo tanto vendrán marcadas las reacciones químicas que podrán tener lugar en la célula o su funcionalidad. La molécula de ADN es de gran tamaño y se encuentra encerrada en el núcleo de la célula. Todas las células de un mismo organismo tienen una copia idéntica de la hebra completa de ADN en su núcleo, pero solo expresan la parte de la información que le interesa. Por ejemplo, aunque las células de la piel nunca van a fabricar los enzimas encargados de la digestión, las células de la piel si llevan el ADN que codifica para estos enzimas; simplemente, ese ADN no se traduce nunca en este tipo de células.
 - o **ARN:** El ARN es otro ácido nucleico muy importante. Se diferencia del ADN en que lleva ribosa en lugar de desoxirribosa (de ahí su diferencia en el nombre), en lugar de llevar la base xántica Timina lleva Uracilo (U) y no forma una doble hélice, ya que es una hebra simple (en lugar de doble). Dado que el ADN es una molécula muy valiosa e imprescindible para la vida de la célula, debe ser cuidada. Nunca sale del núcleo. Sin embargo, las proteínas se fabrican fuera del núcleo. La solución es muy sencilla, se obtiene una copia de la zona de ADN que a la célula

le interesa en un momento determinado, esta pasa al exterior del núcleo y es usada (tras lo cual se destruirá). A esta copia de una zona de ADN usada para fabricar la proteína correspondiente se le denomina ARN mensajero **ARNm**. Existen otros dos tipos de ARN muy importantes. El ARN de transferencia, **ARNt** es el sistema de descodificación del ARN, es decir, el encargado de que la célula sepa pasar de una secuencia de bases xánticas a una secuencia de aminoácidos. Y el ARN ribosomal, **ARNr** que forma parte de los ribosomas; los ribosomas son el órgano celular al que llega el ARNm y el ARNt y a partir de ellos se fabrican las proteínas.

La Célula.

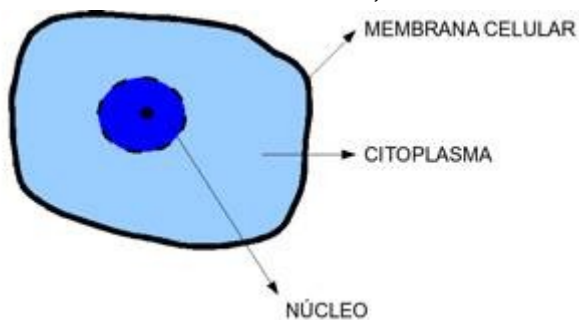
Introducción.

La célula es la unidad funcional de los seres vivos; excepto algunas excepciones de seres muy simples como virus y priones, los organismos vivos están compuestos por una o más células. Cada célula es, en si mismo, un ser vivo capaz de realizar todas las funciones vitales (aunque en los organismos complejos las células se especializan tanto que muchas de ellas son incapaces de vivir de manera aislada).

Dado que nuestro objetivo es el estudio de la anatomía humana, nos centraremos en los tipos de células más evolucionados, las células eucariotas; y de ellas, solo analizaremos las células animales.

Podemos dividir una célula en tres grandes partes:

- **Membrana:** Barrera que separa el interior de la célula del exterior.
- **Citoplasma:** Zona interior de la célula donde tienen lugar todas las reacciones y procesos celulares. En el citoplasma se encuentran los orgánulos celulares.
- **Núcleo:** Zona interior de la célula, separada del citoplasma por una doble membrana, donde se encuentra confinado el ADN.

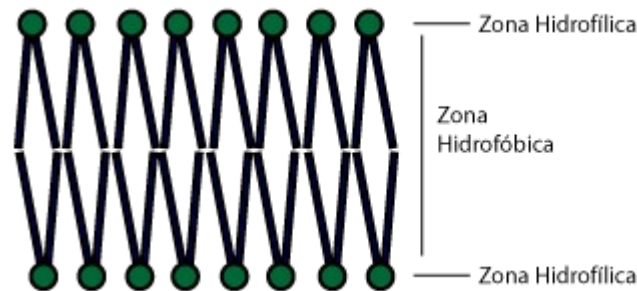


Membrana Celular.

La membrana celular es la barrera que separa el interior del exterior de la célula. La célula debe tener un sistema de control que controle el paso de

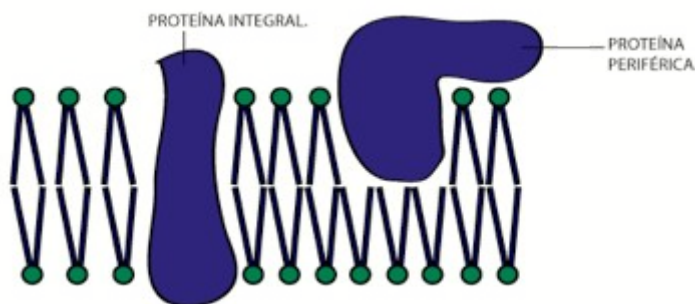
sustancias tanto del interior al exterior como del exterior al interior. Además de ese control, la membrana protege el interior de la célula.

La membrana celular es un tipo de membrana biológica. Las membranas biológicas están constituidas por dos tipos de componentes:



- **Fosfolípidos:** Son el componente mayoritario. Este tipo de macromoléculas se disponen formando una bicapa denominada bicapa lipídica. Son el principal componente que actúa como aislante, el componente barrera. Esta barrera será infranqueable para multitud de moléculas y compuestos, de hecho no podrá ser atravesada por sustancias que no sean de pequeño tamaño ni por moléculas ni sustancias que tengan carga eléctrica. La bicapa lipídica formada por fosfolípidos tendrá dos zonas diferenciadas, las zonas periféricas son hidrofílicas, mientras que la zona interior (de mayor grosor) es hidrofóbica (o lipofílica); por eso para que una sustancia atravesase la membrana debe ser capaz de atravesar la zona hidrofóbica y a la vez tener pasar a través de la parte hidrofílica de la periferia.

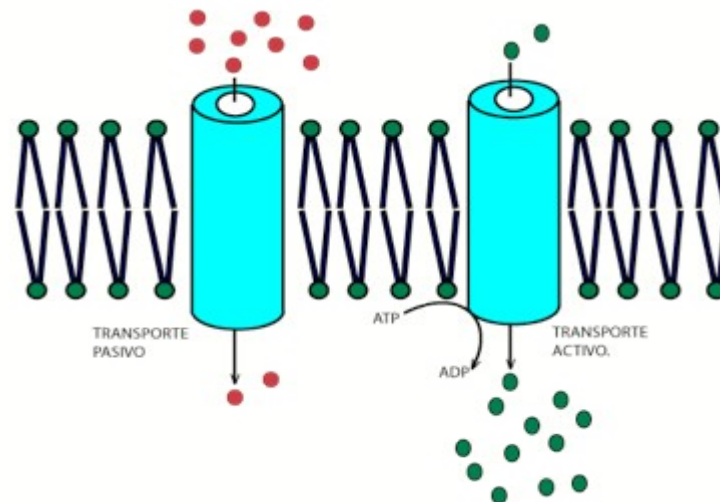
- **Proteínas de Membrana:** Son proteínas asociadas, de algún modo, a la membrana. Según su posición en la membrana podemos encontrar los siguientes tipos de proteínas de membrana:
 - o **Integrales:** atraviesan la membrana de lado a lado.
 - o **Periféricas:** se encuentran ancladas a la membrana, bien a su cara interior, bien a su cara exterior, pero sin atravesarla.



Según su función, existe muchos tipos de proteínas de membrana. Vamos a describir las más importantes:

o **Proteínas Transportadoras:** Aunque la membrana debe aislar a la célula del exterior, debe existir algún sistema que permita a las sustancias entrar o salir de la célula. Las proteínas transportadoras controlan el paso de sustancias del exterior al interior o del interior al exterior. De eso se encargan las proteínas transportadoras; son específicas, es decir, una proteína transportadora se encarga del paso de una o unas pocas sustancias. Dependiendo del tipo de transporte que realicen se dividen en dos grandes tipos:

- **Proteínas de transporte pasivo:** las proteínas forman un canal y las sustancias pasan a su través, desde zonas más concentradas a zonas más diluidas y sin consumo de energía.
- **Proteínas de transporte activo:** consiguen que las sustancias pasen de zonas más diluidas a zonas más concentradas, es decir, “obligan” a las sustancias a pasar, bien intercambiándolas por otra sustancia (que pasará de una zona más concentrada a una más diluida) y hablaremos de intercambio, o bien a base de consumir energía (lo más habitual es que se consiga esa energía a base de transformar ATP en ADP).



o **Receptoras:** Las células deben estar relacionadas con el exterior, con el medio externo, y recibir del mismo estímulos y señales. Algunos estímulos o moléculas entran al interior, pero otras muchas son recibidas por receptores de membrana que envían la información de la llegada del estímulo al interior (el paso de información al interior se lleva a cabo mediante los mensajeros secundarios).

o **Proteínas Estructurales:** Algunas proteínas de membrana ayudan a mantener o fijar la estructura de la célula o a unir una célula con sus células vecinas o con las otras estructuras como la

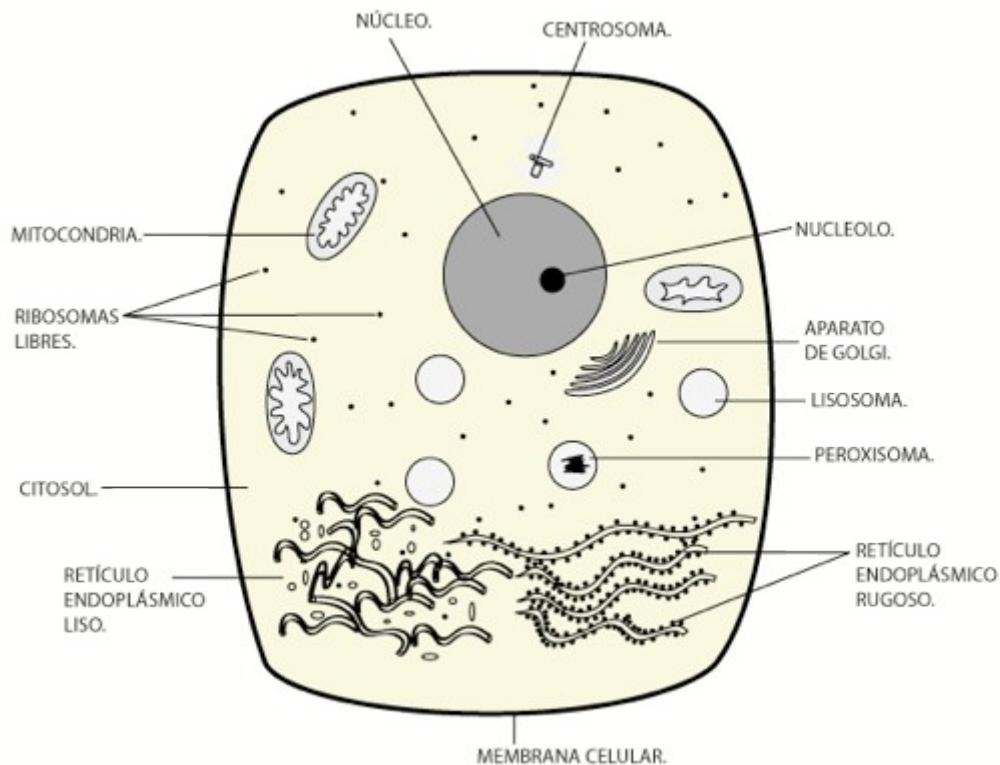
membrana basal (mediante uniones como los desmosomas, hemidesmosomas, etc).

o **Otras:** Existen otras proteínas de membrana que cumplen funciones diferentes: reconocimiento celular, enzimas que se encuentran anclados a la membrana, etc.

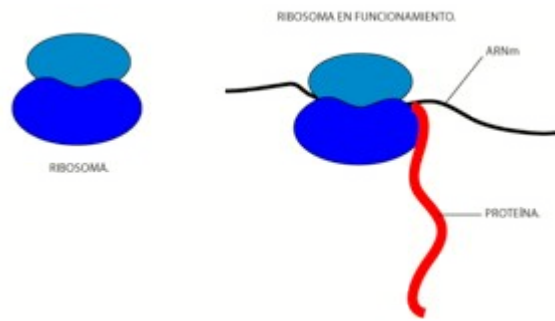
Citoplasma.

El citoplasma constituye el interior de la célula y en el tienen lugar todas las acciones que caracterizan a la célula: reacciones químicas metabólicas (anabólicas y catabólicas), respiración celular, etc.

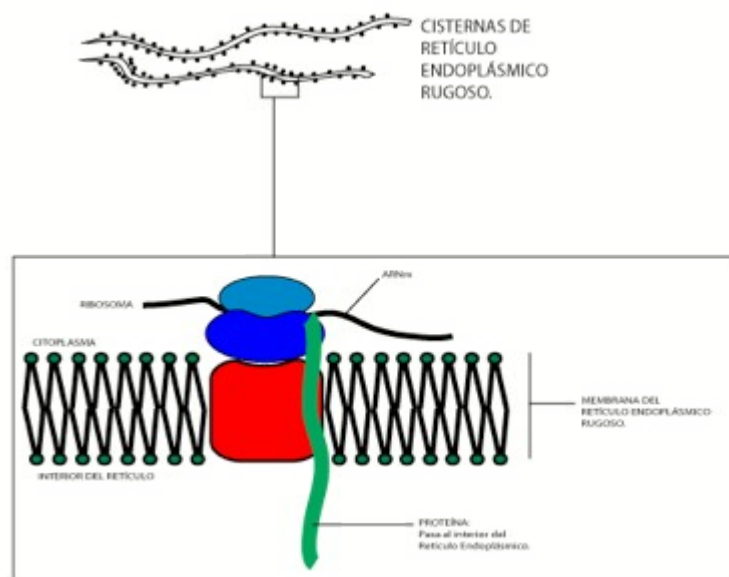
En el citoplasma podemos distinguir por un lado un componente acuoso, con proteínas e infinidad de sustancias en disolución y que denominaremos **citosol**. Y por otro lado los orgánulos celulares, estructuras especializadas en los que se llevan a cabo acciones concretas.



Estudiemos los orgánulos más importantes.



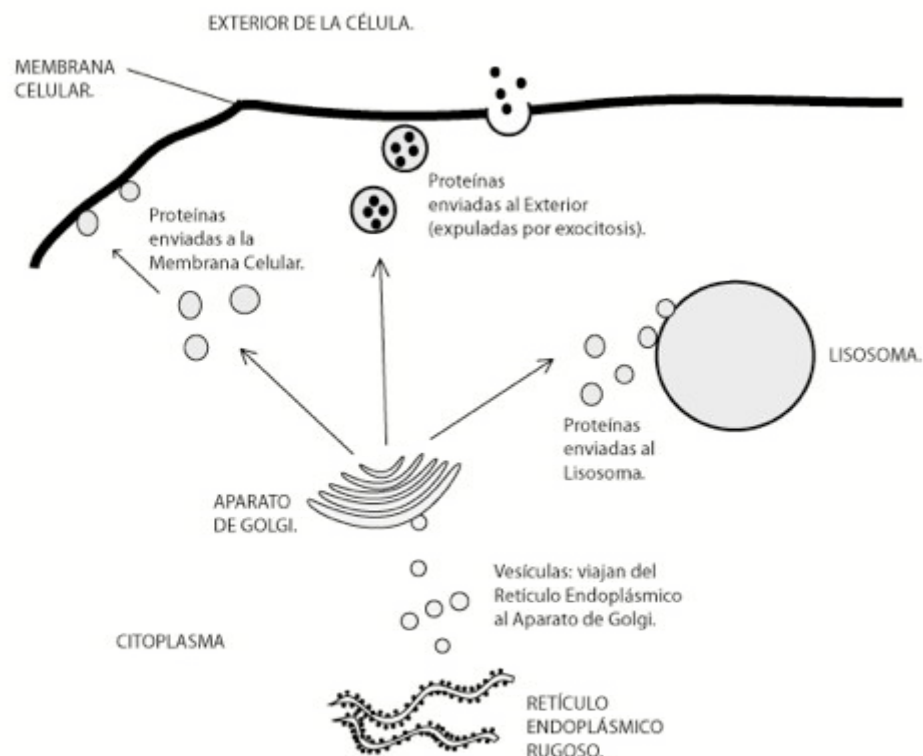
- Ribosomas:** Los Ribosomas son orgánulos de muy pequeño tamaño y de forma esférica (constituidos por dos subunidades) y compuestos por la unión de varias proteínas y ARN (ya hablamos del ARNr). Su función es fabricar las proteínas del citoplasma (siguiendo como guía el ARNm proveniente del núcleo). Se trata de un orgánulo muy abundante en las células, y tanto más cuanto más necesite la células fabricar proteínas. No obstante, lo normal es que en una sola célula haya muchos miles de ribosomas.



- Retículo**

Endoplásmico Rugoso: se trata de un orgánulo constituido por membrana plasmática (similar a la membrana celular) que forma estructuras internas en forma de sacos o tubos aplanados cuya superficie se encuentra recubierta o tapizada por ribosomas (su nombre se debe a que los ribosomas le dan un aspecto rugoso al ser observado al microscopio). Su función principal es fabricar las proteínas destinadas a tres posibles fines: formar parte de la membrana celular, ser expulsadas al exterior o formar parte de otro orgánulo celular denominado lisosoma (este se encarga de destruir o digerir sustancias del citoplasma).

- Retículo Endoplásmico Liso:** Al igual que el retículo endoplásmico rugoso, se trata de un sistema de tubos o canales, aunque en este caso suelen tener una sección circular o elíptica en lugar de aplanada y carecen de los ribosomas en la superficie, lo que le dan un aspecto liso (en lugar de rugoso). Forman una red de tubos entrelazados, que en ocasiones se continua con el retículo rugoso. Al carecer de ribosomas, no tienen como función fabricar proteínas. Son el órgano en el que se fabrican los fosfolípidos de las membranas de la célula, tanto de la exterior como la de algunos orgánulos. Además, colabora en el metabolismo de otros lípidos y grasas. Y en algunos órganos, como el hígado, participan en las funciones de eliminación y transformación de sustancias tóxicas (detoxificación).



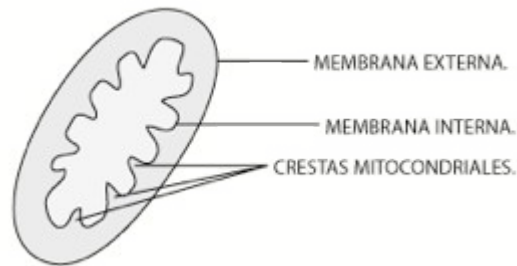
A

aparato de Golgi: Está constituido por una serie de sacos (delimitados por membrana), aplanados y paralelos, normalmente con una cierta

curvatura (lo que hace que tenga una cara cóncava y una cara convexa). Generalmente se grupan entre seis y ocho sacos. Al aparato de Golgi llegan, metidas dentro de vesículas, las proteínas que son fabricadas en el retículo endoplásmico rugoso y la función de este órgano es decidir hacia donde deben ir esas proteínas, es decir, envía las proteínas fabricadas en el retículo a la membrana, al exterior o a los lisosomas. Por eso decimos que el aparato de Golgi es el órgano direccionador de las proteínas.

- **Lisosomas:** Orgánulos de forma esférica (constituidos externamente por una membrana), cuya función es encargarse de destruir componentes celulares que se han quedado obsoletos, se han deteriorado o sencillamente no le son útiles en un momento determinado, así como componentes o sustancias que han sido capturados del exterior, como ocurre por ejemplo con bacterias que son fagocitadas por las células defensivas. En su interior, los lisosomas poseen enzimas encargados de degradar o digerir todo tipo de sustancias (denominados enzimas hidrolíticos); estos enzimas digestivos son fabricados por el retículo endoplásmico rugoso y enviados al lisosoma a través del aparato de Golgi.
- **Peroxisomas:** Exteriormente son orgánulos muy similares a los lisosomas, pues poseen una forma esférica y un tamaño parecido; solo se diferencian en que en estos últimos puede aparecer, en el centro, una estructura cristalina que corresponde a un enzima muy abundante, la peroxidasa, que le da nombre (en muchas ocasiones la peroxidasa no cristaliza en el centro del orgánulo y entonces puede ser imposible distinguirlo del lisosoma). Pero realmente son orgánulos muy diferentes. Por un lado, el peroxisoma es independiente del retículo endoplásmico y del aparato de Golgi, ya que no fabrican las proteínas que contiene. Y por otro lado, su función es diferente, ya que se ocupa de eliminar sustancias oxidantes del citoplasma, fundamentalmente oxidantes como el peróxido de hidrógeno (agua oxigenada); estos oxidantes son productos

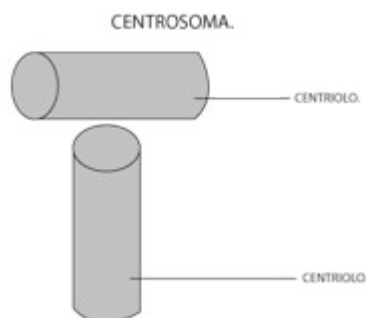
secundarios del metabolismo habitual del citoplasma, que deben ser eliminados para que no dañen irreversiblemente a la célula.



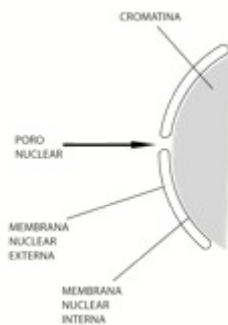
- **Mitocondria:** Orgánulo de doble membrana (posee una membrana externa y una membrana interna), con forma ovoide en su interior y con repliegues en la membrana interna (forman unos entrantes y salientes denominadas crestas mitocondriales). Es la central energética de la célula, en la mitocondria es donde tiene lugar la respiración celular, los azúcares son catabolizados con consumo de oxígeno, originándose dióxido de carbono, agua y energía. Las células pueden tener desde unas decenas a varios miles de mitocondrias, siendo más abundante cuanto mayor sea la energía que necesita la célula (son muy abundantes, por ejemplo, en las células musculares).

- **Citoesqueleto:** Proteínas fibrilares (en forma de fibra) que constituyen un esqueleto interno de la célula. Sirven para darle forma, mantener las estructuras, distribuir los orgánulos y permitir que se muevan por la célula (constituyen auténticos railes sobre los que se mueven los componentes de la célula), permiten el movimiento celular (por ejemplo, la contracción de las células musculares). Existen tres tipos de citoesqueleto, los microtúbulos, los microfilamentos y los filamentos intermedios. La principal proteína citoesquelética es la actina.

- **Centrosoma:** Orgánulo celular formado por dos estructuras protéicas (formadas de actina) de forma cilíndrica llamados centriolos, asociados entre si formando una estructura en forma de T. El centrosoma es el encargado de controlar el citoesqueleto para su correcta disposición en la célula, así como controlar su distribución y movimientos durante la división celular (mitosis).



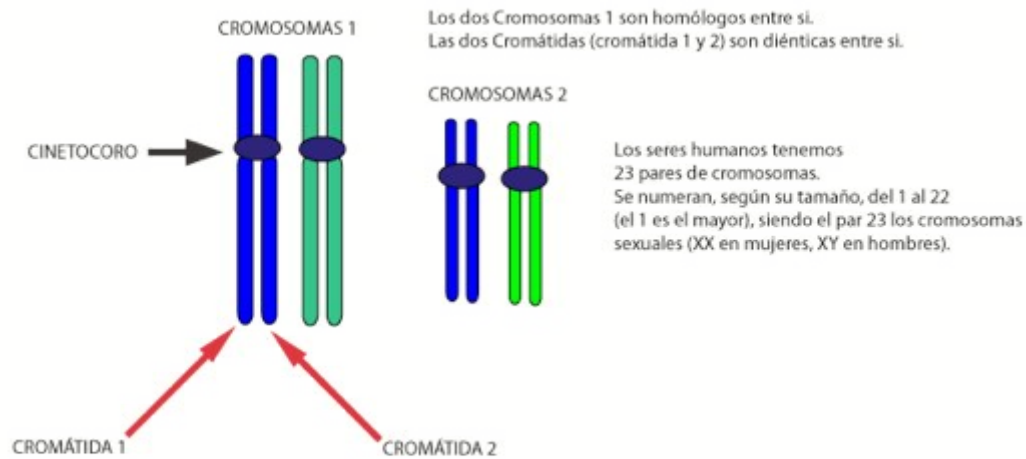
Núcleo.



El núcleo es una zona de la célula, de forma generalmente esférica y rodeado por una doble membrana (que suele continuarse con el retículo endoplásmico rugoso) denominada membrana nuclear, donde se encuentra el ADN de la célula. Aunque el ADN no sale nunca del núcleo, salvo durante la división celular, este no puede estar aislado en éste, sino que existen comunicaciones con el citoplasma (por el cual, por ejemplo, sale el ARNm que se fabrica en el núcleo, pero que debe ser traducido en los ribosomas del citoplasma); estas comunicaciones son huecos en la membrana denominados poros nucleares. El ADN se encuentra disperso en el núcleo, extendido, formando lo que se denomina cromatina. Existen zonas en las que la cromatina está más densa y otras, más distendida. En el núcleo suele aparecer una zona circular donde la cromatina es especialmente densa, denominada **nucleolo**; es la zona del núcleo donde se fabrica el ARNr (fundamental para formar los ribosomas y por lo tanto para fabricar las proteínas en el citoplasma).

Antes de la división celular la cromatina del núcleo se condensa en unas estructuras de forma alargada denominados cromosomas; los cromosomas, como veremos posteriormente, aseguran un reparto equitativo del ADN entre las células hijas en las divisiones celulares. El número de cromosomas que se forman antes de la división celular es característico de cada especie de ser vivo. Se organizan por pares o parejas. En los seres humanos encontramos 23 pares de cromosomas (es decir, 46). Al establecerse en pares, se habla de $2n$ cromosomas ($n=23$; $2n=46$).

Uno de los pares determina el sexo y se denomina par de cromosomas sexuales. En las mujeres encontramos 22 pares de cromosomas más dos cromosomas X. En los hombres, 22 pares de cromosomas, más un cromosoma X y un cromosoma Y.



Antes de la división celular, cuando el ADN se duplica, los cromosomas tendrán dos cromátidas, idénticas entre sí. Es decir, en una célula encontraremos, de cada cromosoma, una pareja de homólogos, que llevan información acerca de lo mismo (aunque esta información no tiene porque ser la misma; por ejemplo, si un cromosoma lleva información sobre el color de ojos, su homólogo también lleva información sobre el color de ojos; pero uno de los cromosomas podría informar sobre ojos de color azul y el otro sobre ojos de color negro). Cada cromosoma lleva dos cromátidas idénticas entre sí. Ambas cromátidas están unidas por una estructura llamada cinetocoro.

División Celular: Mitosis y Meiosis.

Entendemos por división celular al proceso de reproducción celular. La división celular básica se denomina **mitosis**.

En la mitosis, a partir de una célula madre obtenemos dos células hijas, iguales entre sí e iguales a la célula madre. Antes de comenzar la mitosis, el ADN se duplica. Cada cromosoma pasa de tener una a dos cromátidas idénticas. Esto asegurará, como veremos en las fases de la mitosis, que las dos células hijas se repartan toda la información y que esta información sea idéntica en ambas.

La mitosis se divide en dos grandes procesos:

- **Cariocinesis:** división y reparto del material nuclear (cromosomas, o lo que es lo mismo, material genético).
- **Citocinesis:** ruptura de la célula en dos. Tiene lugar en las últimas fases de la cariocinesis.

La mitosis se divide en las fases marcadas por la cariocinesis. Son cuatro fases:

- **Profase:** la cromatina del núcleo se condensa y se forman los cromosomas. Se desintegra la membrana nuclear. Y entre los dos polos de la célula se colocan los centrosomas y entre ellos una especialización del citoesqueleto denominada uso acromático.

- **Metafase:** los cromosomas se enganchan al uso acromático y se alinean en el centro del uso acromático. A los cromosomas alineados en el centro de la célula, unidas al citoesqueleto, se le denomina placa metafísica.
- **Anafase:** las dos cromátidas de los cromosomas se separan y cada una avanza a uno de los polos (una cromátida a un polo y su cromátida hermana, idéntica a ella, al polo contrario), repartiéndose así equitativamente el material genético.
- **Telofase:** las cromátidas se agrupan en los polo y comienzan a descondensarse. El uso acromático se desintegra. Se vuelve a formar la membrana nuclear de nuevo.

La cariocinesis suele comenzar entre la anafase y el inicio de la telofase, finalizando al concluir esta última.

El otro tipo de división celular es la **meiosis**. Tiene lugar en las células reproductoras, dará lugar a los gametos (células reproductoras) y consigue que estas tengan la mitad de dotación genética (n cromosomas), es decir, tienen solo uno de los dos cromosomas homólogos.

De esta forma, durante reproducción sexual se unen dos gametos, ambos aportan uno de los dos cromosomas homólogos y dan lugar a una célula con la dotación genética normal ($2n$).

Mediante la meiosis obtenemos cuatro células hijas, distintas entre si y distintas a la célula madre. Se dividen en dos grandes partes, la **Meiosis I** y la **Meiosis II**. Cada una tendrá cuatro fases (Profase, Metafase, Anafase y Telofase).

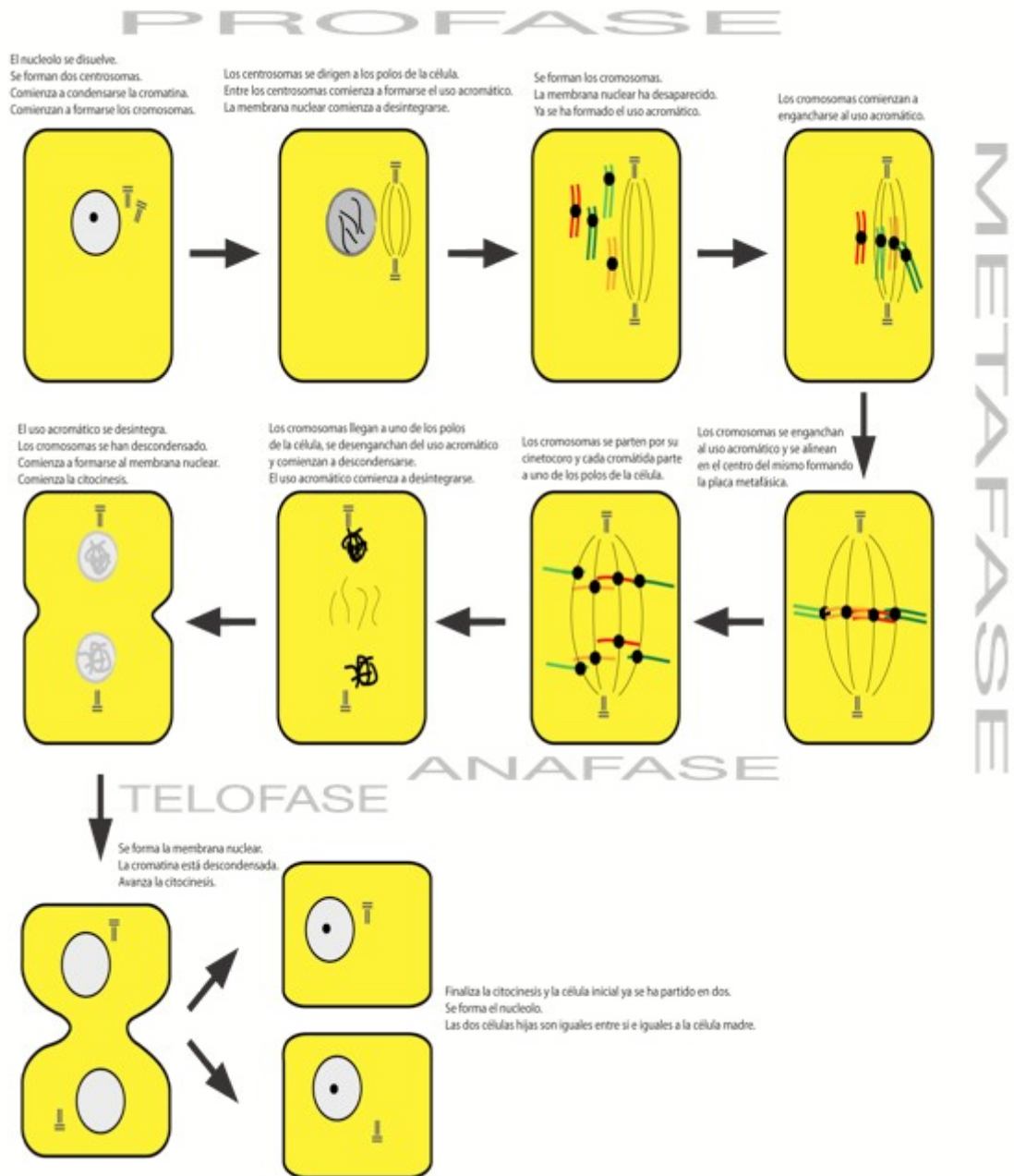
Durante la Profase I los cromosomas homólogos se unen mediante una estructura denominada sinapsis cromosómica, mediante la cual intercambian trozos entre si. De este modo, al acabar la Profase I las dos cromátidas de cada cromosoma ya no son idénticas entre si, ya que han adquirido trozos de su cromosoma homólogo. Con esto conseguiremos que sea imposible que las células hijas sean idénticas a las progenitoras.

Durante la Anafase I, en lugar de romperse los cromosomas, son los cromosomas completos los que viajan a los polos de la célula, de forma que un cromosoma va hacia un polo y su cromosoma homólogo va al polo opuesto. De este modo, tras la Meiosis I obtenemos dos células que tienen solo la mitad de dotación genética, tienen un solo cromosoma de cada tipo; eso si, cada cromosoma tiene dos cromátidas. Esto se solucionará durante la Meiosis II.

Durante la Meiosis II tiene lugar un proceso muy similar a la mitosis con una salvedad: cuando los cromosomas se parten en la Anafase II, las cromátidas que van a un polo no son idénticas entre si (debido a la sinapsis cromosómica ocurrida durante la Profase I) y de esta forma las dos células que se originan no son idénticas entre si.

Durante la Meiosis I obtenemos dos células n , en la que los cromosomas tienen dos cromátidas (pero estas cromátidas, en este caso, no son idénticas entre si). Durante la Meiosis II las dos células se dividen (obteniendo por lo tanto cuatro células) y los cromosomas de las mismas tendrán ahora una sola cromátida.

MITOSIS.



MEIOSIS.

