



Universidad Nacional de Río Negro
Sede Alto Valle y Valle Medio



CICLO
DE INICIO
UNIVERSITARIO
2020

BIOLOGÍA

Medicina Veterinaria



Escuela de Veterinaria y Producción Agroindustrial

INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA GENERAL

Origen de la Biología

La palabra “**biología**” –del griego *bios*, vida y *logos*, estudio– fue acuñada hace poco más de doscientos años. Se la atribuye al naturalista alemán Gottfried R. Treviranus (1776-1837) y también al naturalista francés del siglo XIX, Jean Baptiste de Monet, Chevalier de Lamarck (1744-1829). Sin embargo, algunos historiadores de la ciencia piensan que Lamarck tomó el nombre biología de Treviranus y muchos de ellos continúan buscando rastros aún más antiguos de este término.

Antes del siglo XIX no existían las “ciencias biológicas” tal como las conocemos hoy. Existían la medicina y la historia natural. La anatomía fue hasta el siglo XVIII una rama de la medicina y la botánica la practicaban principalmente los médicos que buscaban nuevas hierbas medicinales y los mejoradores de vegetales que buscaban aumentar la calidad y el rendimiento de los cultivos. La historia natural de los animales se estudiaba en el contexto de la teología natural, tratando de encontrar las causas finales en la armonía de la naturaleza, según los principios del filósofo griego Aristóteles (384-322 a. C.). Durante los siglos XVII y XVIII, la historia natural comenzó a diferenciarse claramente en zoología y botánica. A partir de entonces se abrieron numerosas ramas de estudio que se diversificaron y complejizaron a medida que se incrementaban los estudios sobre los seres vivos

La palabra biología definió, entonces, con más claridad la ciencia de la vida y con ello se unificó un campo de conocimiento muy vasto. Esto posibilitó la formulación de nuevas generalizaciones sobre el fenómeno de la vida.

Historia de la biología

La historia de la biología está atravesada por problemáticas que, de diferentes modos según sus contextos culturales, se fueron estableciendo desde la antigüedad hasta nuestros días. A pesar de nuestro afán de asignarles posiciones en el tiempo, algunas de estas problemáticas no tienen un principio ni un fin claros, sino que se extienden a lo largo de la historia, superponiéndose e influyéndose unas a otras. Existen además momentos de estancamiento, retrocesos, controversias, conocimientos excluidos y obstáculos que persistieron a lo largo de los siglos. Por esta razón, la historia de la biología, como las otras ciencias, no es un proceso lineal que se pueda representar fácilmente en una única línea de tiempo. Y por esta misma razón, un ordenamiento “lógico” de los conceptos biológicos fundamentales no siempre se correlaciona con el ordenamiento cronológico de los procesos históricos que les dieron origen.

La diversidad y la clasificación

Entre las preguntas más antiguas acerca del mundo natural tal vez se encuentren aquellas relacionadas con la diversidad de los seres vivos. Nunca sabremos con

exactitud en qué momento el primer homínido fue consciente de la enorme variedad de peces, pájaros, insectos y plantas que lo rodeaban. Sin embargo, sabemos que diversas culturas a lo largo de los siglos centraron su atención en el análisis, la descripción, la comparación y la clasificación de los organismos.

Los primeros naturalistas limitaban sus estudios a la flora y la fauna de la región que habitaban. Sin embargo, no les era ajeno, por los relatos que traían los primeros viajeros de entonces, que otras regiones del mundo estaban pobladas por seres vivos muy diversos. Este conocimiento era, sin embargo, limitado y no llegaba a proporcionar una idea de la gran amplitud de la distribución geográfica de los seres vivos

A partir de los grandes viajes como el de Marco Polo (1254-1323) a Asia, los de los portugueses en el siglo XV por las costas de África y los de Cristóbal Colón (1451-1506) a América, entre otros, la conciencia entre los naturalistas de la diversidad de organismos que habitaban la Tierra se acrecentó. Estas exploraciones se produjeron en un marco de expansión colonial de las potencias europeas, en el que el conocimiento de la geografía y los recursos naturales de nuevos territorios constituían una clave para consolidar su calidad de imperios. Expediciones más metódicas, orientadas a abrir rutas marinas y ejercer una hegemonía comercial y militar, comenzaron a incluir naturalistas. Si bien las primeras colecciones estaban concentradas en especímenes exóticos, poco a poco comenzaron a elaborarse instrucciones precisas sobre qué objetos y seres vivos se deberían observar, describir y recoger. Estas instituciones eran oficiales y surgían de los intereses que definían el objetivo del viaje. De esta manera, la primera tarea para los naturalistas fue la de hacer un inventario de la naturaleza.

Las instrucciones escritas fueron reglamentando entonces la forma de coleccionar. Las colecciones resultantes, tanto las públicas como las privadas, dieron lugar a los gabinetes de historia natural alrededor de los cuales crecieron los museos y los herbarios de toda Europa.

Dentro de Europa, algunos viajeros también realizaron aportes espacialmente importantes para el conocimiento de los seres vivos. En su expedición a Laponia, Carl von Linné (1707-1778) escribió un diario de viaje en el que plasmó una enorme cantidad de observaciones con gran precisión. En 1753, Linné publicó *Species Plantarum*, donde describió en dos volúmenes enciclopédicos cada especie de planta conocida en esa época. Mientras Linné trabajaba en este proyecto, otros exploradores regresaban a Europa desde África y el Nuevo Mundo con plantas no descritas previamente y con animales desconocidos y aún, aparentemente, con nuevos tipos de seres humanos. Si bien no fue el primero en clasificar a los organismos, Linné introdujo un sistema de *clasificación jerárquica* y un sistema de nomenclatura que es el que se utiliza en la actualidad.

Linné reescribió repetidas veces su *Species Plantarum* para dar cabida a estos incontables hallazgos, pero la enorme diversidad descubierta no cambió su opinión de que todas las especies existentes hasta ese momento habían sido creadas en el sexto día de trabajo de Dios y habían permanecido fijas desde entonces. No

obstante, estos aportes demostraron que el “patrón de la creación” era mucho más complejo que el que se había pensado originariamente.

Los rastros de la vida: los fósiles

A lo largo de la historia se registraron numerosos testimonios del hallazgo de fósiles. Al arar la tierra, explotar acantilados y excavar la roca en busca de minerales se fueron descubriendo restos mineralizados de diversos organismos. Sin embargo, durante 10.000 años estos hallazgos no fueron interpretados correctamente y el origen de los fósiles permaneció como un misterio. Las curiosas y bellas formas de algunos fósiles inspiraron fantasías, mitos populares, creencias, leyendas y costumbres que se incorporaron a las culturas de diferentes pueblos del planeta.

George Cuvier (1769-1832), el “padre de la paleontología”, hizo los mayores aportes para la reconstrucción de los organismos fósiles de vertebrados. Este naturalista francés propuso que las diferentes partes de un organismo están correlacionadas. Estableció, por ejemplo, los mamíferos con cuernos y pezuñas son todos herbívoros y que a este tipo de alimentación le corresponde un tipo de dientes fuertes y aplanados. Esta forma de interpretar los fósiles posibilitaba la reconstrucción de un animal completo a partir de evidencias fragmentarias y permitía proponer las características externas, los hábitos y el ambiente en el que había vivido el animal fósil estudiado.

A pesar de sus profundos conocimientos acerca de los seres vivos actuales y extintos, Cuvier consideraba que las especies habían sido creadas simultáneamente por un acto sobrenatural o divino y que una vez creadas, se mantuvieron fijas o inmutables. Estas posturas que se conocen como *fijismo* era predominante en el pensamiento de los naturalistas de la época.

Cuvier reconoció que muchos fósiles correspondían a formas de vida que ya no existían y propuso que estas especies habían sido exterminadas en sucesivas catástrofes, la última de las cuales habría sido el Diluvio Universal. Aunque realizó contribuciones sumamente importantes –tanto estudios de anatomía comparada como la reconstrucción de fósiles-, Cuvier no pudo interpretar correctamente el significado de estos fósiles.

En contraste, Lamarck, quien como Cuvier trabajaba en el Museo de Historia Natural de París, realizó interpretaciones diferentes de los fósiles de invertebrados, oponiéndose al catastrofismo y al fijismo de Cuvier. Lamarck se dedicó exhaustivamente al estudio y la clasificación de los organismos invertebrados, tanto contemporáneos como fósiles. Indudablemente, fue su largo estudio de estas formas de vida, cuyo registro fósil es especialmente completo, lo que lo llevó a considerar la idea de una complejidad en continuo aumento y a cada especie como derivada de una más primitiva y menos compleja. A partir de las evidencias, Lamarck propuso que las formas más complejas habían surgido de las formas más simples por un proceso de transformación progresiva.

Posteriormente, el geólogo inglés Charles Lyell (1797-1875), apoyándose en la comparación de fósiles de distintas eras, dio un vuelco en la concepción de la época. En su libro *Principios de geología*, publicado en 1830, Lyell expuso la teoría *uniformitarista* (ya formulada en 1788 por el geólogo escocés James Hutton [1726-1797]) en la que sostenía que un efecto lento, constante y acumulativo de las fuerzas naturales había producido un cambio continuo en el curso de la historia de la Tierra. Las causas naturales que intervienen actualmente y de una manera observable en la determinación de los procesos geológicos son las mismas que siempre modelaron la superficie de la Tierra. Las ideas de Lyell inspiraron a Darwin en su interpretación del mundo biológico.

Dos viajes que cambiaron el rumbo del pensamiento

En los siglos XVIII y XIX, los trabajos de dos grandes viajeros marcaron los cambios que sentaron las bases de la biología moderna. Uno de ellos fue el geógrafo y físico alemán Alexander von Humboldt (1769-1859). A partir de sus viajes surge un nuevo modelo de ciencia natural, más centrado en las características del terreno de donde provenían los especímenes recolectados que en una mera descripción de esas especies. El objetivo era comparar y combinar los hechos observados. Humboldt analizó tanto la morfología de las plantas como la dinámica de las *interacciones* de sus elementos.

Humboldt ejerció una influencia profunda en un joven inglés que había abandonado sus estudios de medicina para dedicarse ávidamente a los de historia natural. Charles Darwin (1809-1882) había leído con enorme interés los relatos del viaje de Humboldt a Tenerife (Islas Canarias) y había decidido que él también recorrería esas islas. Pero la propuesta de embarcarse a bordo del *Beagle* como naturalista no oficial cambió sus planes y el rumbo de la historia.

El viaje representó un hecho fundamental en la formación intelectual de Darwin. Mientras el *Beagle* descendía a lo largo de la costa atlántica de Sudamérica, atravesaba el Estrecho de Magallanes y ascendía por la costa del Pacífico, Darwin viajaba por el interior del continente y exploraba los Andes a pie y a caballo. Allí observó distintos estratos geológicos, descubrió conchas marinas fósiles a aproximadamente 3700 metros de altura y fue testigo del cataclismo terrestre producido por un gran terremoto. Además coleccionó ejemplares de numerosas plantas y animales desconocidos.

Darwin se impresionó fuertemente durante su largo y lento viaje, a lo largo de una y otra costa, por las diferencias que observó entre las distintas variedades de organismos. Las aves y otros animales de la costa oeste eran muy diferentes de los de la costa este, e incluso, a medida que él ascendía lentamente por la costa accidental, una especie iba siendo reemplazada por otra.

Aunque Darwin no fue el primero en proponer que los organismos evolucionan, o cambian, a lo largo del tiempo, fue el primero en acumular una cantidad importante

de evidencia en apoyo de esta idea y en proponer un mecanismo válido por el cual podría ocurrir la evolución.

Campos de estudio de la Biología

La biología es una disciplina científica que abarca un amplio espectro de campos de estudio que, a menudo, se tratan como disciplinas independientes. Todas ellas juntas, estudian la vida en un amplio rango de escalas.

- **Antropología:** estudio del ser humano como entidad biológica.
- **Botánica:** estudio de los **organismos fotosintéticos** (varios reinos).
- **Micología:** estudio de los **hongos**.
- **Embriología:** estudio del desarrollo del embrión.
- **Microbiología:** estudio de los **microorganismos**.
- **Fisiología:** estudio de la función corporal de los organismos
- **Genética:** estudio de los **genes** y la herencia.
- **Evolución:** estudio el cambio y la transformación de las **especies** a lo largo del tiempo.
- **Histología:** estudio de los **tejidos**.
- **Ecología:** estudio de los **organismos** y su relación.
- **Etología:** estudio del **comportamiento** de los **seres vivos**.
- **Paleontología:** estudio de los organismos que vivieron en el pasado.
- **Anatomía:** estudio de la estructura interna y externa de los seres vivos.
- **Taxonomía:** estudio que clasifica y ordena a los seres vivos.
- **Filogenia:** estudio de la **evolución** de los seres vivos.
- **Citología:** estudio de las **células**.
- **Zoología:** estudio de los **animales**.
- **Biología epistemológica:** estudio del origen filosófico de los conceptos biológicos.
- **Biomedicina:** Rama de la biología aplicada a la **salud** humana.
- **Inmunología:** estudio del **sistema inmunitario** de defensa.
- **Organografía:** estudio de órganos y sistemas.
- **Biología marina:** estudio de los seres vivos marinos.
- **Virología:** estudio de los **virus**.

LA BIOLOGÍA Y LA MEDICINA VETERINARIA

¿Por qué la Biología es una de las primeras asignaturas en el plan de estudios de la Carrera de Medicina Veterinaria? Si analizamos el programa de la carrera encontramos que durante la misma se abarca un amplio y variado espectro de estudios, precisamente debido a la extensión y relevancia de las incumbencias y al amplio Campo Ocupacional de esta profesión. Los temas de estudio son tan amplios como diverso es el universo de relaciones hombre-animal. Los animales pueden ser nuestras mascotas y compañeros, pueden ser el componente principal de nuestro sistema de producción, pueden deleitarnos como entorno silvestre o desafiarnos en el manejo como especies domésticas. Pueden ser medio de transporte, de fuerza, de tracción, de alimento, de entretenimiento, de lujo, de deporte, de desarrollo económico, de compañía o de veneración, de acuerdo a la época, cultura, país y religión.

El **Médico Veterinario** se prepara para:

- El cuidado de la vida animal.
- El mantenimiento del estado de salud animal y el tratamiento de sus enfermedades,
- El mejoramiento y control de la producción animal, con vistas a lograr la máxima eficacia y rentabilidad económica.
- La preservación y mejoramiento de las diferentes especies.
- El control de las condiciones higiénico sanitaria de los productos de origen animal.
- La prevención sanitaria de enfermedades que afectan al animal y al hombre.
- La resolución de problemas clínicos y quirúrgicos de los animales.
- La preservación y mejoramiento medioambiental, mediante la utilización de procedimientos sustentables

La definición de **BIOLOGIA** es simplemente “la rama de la ciencia que estudia la **VIDA**”.

Un **MÉDICO VETERINARIO** estudia y practica para “cuidar la **VIDA**”.

Por este básico motivo es necesario que Biología sea una de las primeras asignaturas de la carrera. Es imprescindible saber que la célula es la unidad de vida, que existen organismos formados por una o por varias células, que algunos son autótrofos y que otros dependen de otros organismos para su alimentación. Es importante reconocer que no se puede estudiar a los animales aislándolos del

resto de los factores y organismos. Es sustancial conocer la estructura de una célula, de un órgano y de un sistema, para interpretar el modo de acción de un fármaco. Hay que estudiar la incidencia de los virus y los priones en los animales domésticos y silvestres. Hay que distinguir un bacteriosis de una virosis, por lo cual hay que diferenciar la bacteria del virus, pero también hay que conocer cómo se comporta un animal para poder diseñar correctamente un corral y ser eficiente en una producción... Podríamos justificar infinitamente el estudio de la Biología como asignatura básica en la carrera de Medicina Veterinaria. Tomemos conciencia simplemente enumerando en que actividades puede desarrollarse profesionalmente un Médico Veterinario y comprobando que cada una de ellas requiere un conocimiento de la VIDA (=BIOLOGIA)

Salud Animal

1. Ejercer la prevención, diagnóstico, prescripción terapéutica,
2. Realizar, interpretar y certificar análisis
3. Formular y elaborar específicos farmacéuticos y preparados biológicos,
4. Realizar o controlar la distribución y el expendio de zoterápicos
5. Ejercer la Dirección Técnica de laboratorios
6. Organizar, dirigir y asesorar establecimientos
7. Planificar y ejecutar la prevención, control y erradicación de las enfermedades
8. Controlar y reglamentar las competencias deportivas con animales
9. Controlar el manejo de los Animales sometidos a la experimentación
10. Intervenir en la elaboración de productos farmacéuticos y preparados biológicos para uso veterinario.

Medicina Preventiva, Salud Pública y Bromatología

11. Investigar y desarrollar reactivos y preparados biológicos de origen animal aplicables en seres humanos.
12. Asesorar acerca de la cría y producción de animales de experimentación.
13. Controlar y erradicar plagas, vectores y enfermedades de los animales que afectan a los animales y al hombre.
14. Prevenir, controlar y erradicar las enfermedades transmisibles por los alimentos (E.T.As).
15. Controlar y prevenir las zoonosis.
16. establecer las Normas Sanitarias en la producción y distribución de productos y alimentos.

17. Intervenir en el Aseguramiento de la calidad de los alimentos.
18. Efectuar el control higiénico-sanitario de las especies animales, sus productos, subproductos y derivados para consumo y uso humano e industrial.
19. Controlar el Transporte de animales y de sustancias alimenticias y medicinales.
20. Organizar, dirigir y asesorar en el control de residuos y desechos de origen biológico con el objeto de evitar la contaminación ambiental, y lograr su reutilización.
21. Realizar estudios, investigaciones y asesoramiento relativos a la vida animal, en estado de salud y enfermedad, a la zoonosis y a las enfermedades compartidas con el hombre, al mejoramiento de la producción animal y al control de las condiciones higiénico-sanitarias de dicha producción y de los productos y subproductos de origen animal.
22. Certificar las condiciones higiénico-sanitarias, bromatológicas y de identificación comercial de los alimentos y de los establecimientos destinados a la elaboración, procesamiento, transformación, conservación y expendio de alimentos.
23. Producción Animal
24. Investigar, desarrollar y aplicar biotecnologías para la reproducción y conservación de las especies animales.
25. Planificar, organizar, dirigir, asesorar, controlar y certificar la producción animal
26. Elaborar, aplicar y evaluar normas y criterios para la identificación, clasificación y tipificación de los animales y sus productos.
27. Planificar, organizar, dirigir, controlar y certificar datos trazables en explotaciones animales.
28. Evaluar la aptitud clínica, sanitaria y zootécnica de animales, a los efectos de determinar la pertinencia de su admisión a concentraciones de animales realizadas con distintos fines para la importación y exportación.
29. Efectuar estudios e investigaciones para el mejoramiento zootécnico de las distintas especies animales.
30. Formular, elaborar y evaluar alimentos para consumo animal.
31. Organizar, dirigir y asesorar establecimientos de producción, cría y explotación de especies de la fauna silvestre
32. Ejercer la Dirección de Estaciones Zootécnicas, de Inseminación Artificial y de Genética Animal.
33. Participar en la planificación, organización y evaluación de la utilización de recursos forrajeros en función de la producción animal.

34. Intervenir en la confección de catastros de recursos naturales de origen animal.

35. Planificar, organizar, ejecutar y evaluar la prevención y control de los factores bióticos y abióticos que afectan la producción pecuaria.

36. Asesorar en el diseño de las instalaciones rurales, máquinas y herramientas destinadas a la producción pecuaria.

37. Participar en las acciones relativas al manejo de praderas y pastizales para alimentación animal.

Otras

38. Planificar, organizar y dirigir jardines zoológicos y reservas de fauna autóctona y exótica.

39. Participar en la elaboración de normas relativas a la protección y bienestar animal.

40. Realizar arbitrajes y peritajes en todo lo referido a la profesión veterinaria y en el ámbito agropecuario.

41. Participar en estudios orientados a la evaluación de las consecuencias que puedan provocar fenómenos naturales sobre la producción pecuaria.

NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA

LA VIDA PUEDE ESTUDIARSE EN DIFERENTES NIVELES DE ORGANIZACIÓN.

Los seres vivos y la materia inanimada constituyen varios niveles de organización. Cada nivel establece los cimientos del nivel superior y cada nivel superior incorpora componentes de todos los anteriores.

En cada nivel de organización, la interacción entre sus componentes determina las propiedades de ese nivel. Durante un largo período de tiempo estas interacciones dieron lugar al cambio evolutivo. En una escala de tiempo más corta, estas interacciones determinan la organización de la materia viva.

Cada nivel constituye una jerarquía de organización y muestra nuevas propiedades no manifiestas en el nivel inferior y tienen sus métodos de estudio propios.

Toda la materia está compuesta por átomos. Un átomo es la partícula más pequeña de un elemento que conserva todas las propiedades de éste. Las *moléculas* son cadenas producto de la combinación específica de átomos. Las moléculas pueden ser simples o muy grandes y complejas como las que forman los seres vivos. Todo *organismo* vivo está compuesto de moléculas orgánicas complejas formadas por una estructura o esqueleto de carbono al que se le unen otros átomos, principalmente hidrógeno. Estas estructuras complejas forman la mínima unidad de la vida, la *célula*. Muchas formas de vida se conforman por una única célula, pero en organismos multicelulares, las células del mismo tipo se combinan para formar estructuras denominadas *tejidos*. Los diferentes tejidos se combinan para formar *órganos*. Cuando diferentes órganos se interactúan en una misma función se organizan en *sistemas de órganos*. Un organismo multicelular está formado por varios sistemas de órganos.

Un grupo de organismos de una misma especie constituye una *población*. Dentro de cada población se establecen relaciones intraespecíficas, como competencia, relaciones familiares, coloniales, gregarias, etc. Cuando poblaciones de diferentes especies se relacionan entre sí, forman una *comunidad*. Las interacciones que puedan establecerse dentro de una comunidad se denominan relaciones interespecíficas, como mutualismo, comensalismo, parasitismo, entre otras.

Por último, la *biósfera* comprende el conjunto de comunidades de todo el planeta.

Durante el curso introductorio se abordará el **nivel de organización celular**. Se tendrán en cuenta conceptos básicos de células y procesos muy generales.

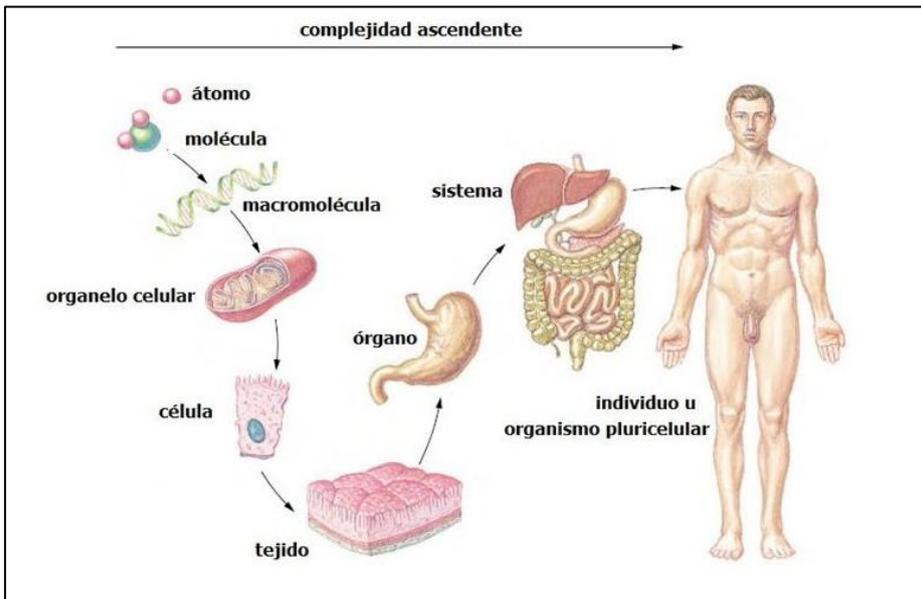


Imagen 1. Diferentes niveles de organización de la materia viva.

NIVEL DE ORGANIZACIÓN CELULAR

¿CÓMO ESTÁN ORGANIZADAS LAS CÉLULAS?

En la naturaleza existe una extraordinaria diversidad de tipos celulares que, a la vez, presentan características similares. Cada célula es capaz de llevar a cabo funciones o procesos propios de la vida: obtener y asimilar nutrientes, eliminar los residuos, sintetizar nuevos materiales para la célula y, en muchos casos, moverse y reproducirse. La célula es, en un organismo, o la parte más pequeña de un organismo que posee vida

La célula es la unidad anatómica, fisiológica y reproductora de los seres vivos. *Unidad anatómica* significa que el cuerpo de un ser vivo está compuesto por la suma de células, igual que los ladrillos forman un edificio; *unidad fisiológica* significa que la célula presenta cambios internos (metabolismo), es decir, la célula es dinámica y cambiante; y *unidad reproductora* significa que para que un ser vivo se reproduzca deben reproducirse primero sus células.

TAMAÑO Y FORMA CELULAR

La mayoría de las células que constituyen el cuerpo de una planta o de un animal miden entre 10 y 30 micrómetros de diámetro. La principal restricción al tamaño de la célula es la que impone la relación entre el volumen y la superficie. Las sustancias como el oxígeno, el dióxido de carbono, los iones, los nutrientes y los

productos de desecho que entran y salen de una célula viva deben atravesar su superficie, delimitada por una membrana. Estas sustancias son los materiales simples y los productos del metabolismo celular que representa el total de las actividades químicas en las que se encuentra comprometida una célula. Cuanto más activo es el metabolismo celular, más rápidamente deben intercambiarse los materiales con el ambiente para que la célula siga funcionando. En células grandes, la relación superficie-volumen es menor que en células más chicas, es decir, las células de mayor tamaño disponen de una superficie de intercambio con el medio ambiente proporcionalmente menor.

El cubo de 4 centímetros, los ocho cubos de 2 centímetros y los sesenta y cuatro cubos de 1 centímetro, tienen el mismo volumen total. Sin embargo, a medida que el volumen se divide en unidades más pequeñas, la cantidad total de superficie se incrementa al igual que la relación superficie a volumen. Por ejemplo, la superficie total de los sesenta y cuatro cubos de 1 centímetro es 4 veces mayor que la superficie del cubo de 4 centímetros y la relación superficie a volumen en cada cubo de 1 centímetro es 4 veces mayor que la del cubo de 4 centímetros. De modo similar, las células más pequeñas tienen una mayor relación de superficie a volumen que las células más grandes. Esto significa, no sólo más superficie de membrana a través de la cual los materiales pueden entrar en la célula o salir de ella, sino también menos materia viva para atender y distancias más cortas a recorrer por los materiales en el interior de la célula.

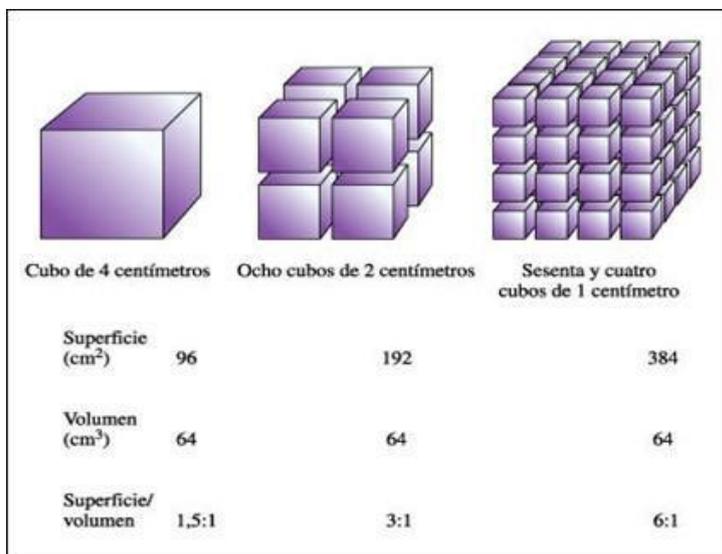


Imagen 2. Relación superficie/volumen en función del tamaño celular.

Por ese motivo y, dado que una célula más grande requiere del intercambio de cantidades mayores de materiales para satisfacer sus necesidades, el tamaño de las células se ve así limitado. Una estrategia que permite aumentar la superficie de intercambio con el entorno es el plegamiento de la membrana.

Una segunda limitación al tamaño de una célula eucariótica parece estar relacionada con la capacidad del núcleo el centro de control de la célula- para suministrar suficientes copias de moléculas con la información necesaria para regular los procesos que ocurren en una célula grande, metabólicamente activa.

No es sorprendente que las células con un metabolismo más activo sean habitualmente pequeñas. Al igual que las gotas de agua y las burbujas de jabón, las células tienden a ser esféricas. Sin embargo, a menudo tienen otras formas. Esto ocurre a causa de la existencia de las paredes celulares, encontradas en plantas, hongos y muchos organismos unicelulares. La forma de la célula también se debe a la adhesión y la presión de otras células o de superficies vecinas (como ocurre con las células del epitelio intestinal). También, la forma depende de la disposición de ciertos elementos estructurales internos, como el citoesqueleto, y está generalmente relacionada con las funciones especiales que esas células cumplen.

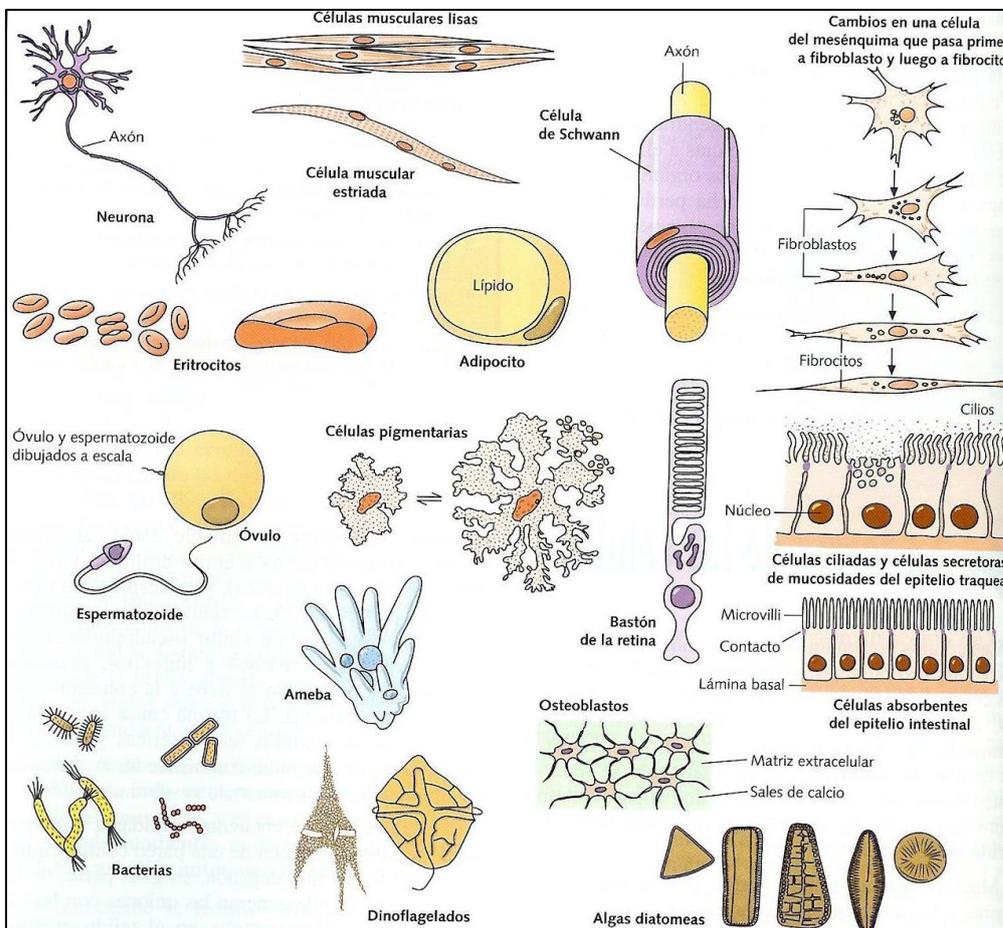


Imagen 3. Diversidad de tipos y formas celulares.

ORGANIZACIÓN CELULAR

Las técnicas microscópicas modernas han confirmado que las células eucarióticas contienen una multitud de estructuras especializadas en forma y función, y así desempeñan actividades particulares requeridas por la economía celular. Así como los órganos de los animales multicelulares trabajan juntos en sistemas de órganos, las organelas de las células están comprometidas en varias funciones cooperativas e interdependientes.

Las adquisiciones de los eucariotas marcaron muchas diferencias con sus predecesores procariotas. En las células procarióticas, todos los procesos ocurren en un único compartimiento limitado por la membrana celular. Por el contrario, en las células eucarióticas existe una separación espacial de las funciones: el DNA se mantiene en un compartimiento separado, el núcleo, y en el citoplasma se encuentran distintas organelas, entre ellas las mitocondrias, presentes en todas las células eucarióticas, o los cloroplastos, presentes en células fotosintéticas. Es importante comprender que una célula no es una combinación fortuita de componentes, sino una entidad dinámica e integrada.

FUNCIONES Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS CELULARES				
Estructura	Función	Procariotas	Eucariotas: Plantas	Eucariotas: Animales
Superficie celular				
Pared	Protege y da soporte a la célula	Presente	Presente	Ausente
Cilios	Mueve a la célula en un medio acuoso o mueve un líquido por la superficie celular	Ausente	Ausente	Presente
Flagelos	Mueve a las células en un medio acuoso	Presente	Presente	Presente
Membrana plasmática	Aísla el contenido celular del entorno; regula la entrada y salida de materiales de la célula; comunica con otras células	Presente	Presente	Presente
Organización del material genético				

Material genético	Codifica la información necesaria para construir la célula y controlar su actividad	ADN	ADN	ADN
Cromosomas	Contiene y controla el uso del ADN	Simple, circular, sin proteínas	Muchas, lineales, con proteínas	Muchas, lineales, con proteínas
Núcleo	Receptáculo de los cromosomas envuelto en una membrana	Ausente	Presente	Presente
Envoltura nuclear	Envuelve al núcleo; regula la entrada y salida de materiales del núcleo	Ausente	Presente	Presente
Nucleolo	Sintetiza los ribosomas	Ausente	Presente	Presente
Estructuras citoplasmáticas				
Mitocondrias	Produce energía por metabolismo aerobio	Ausente	Presente	Presente
Cloroplasto	Realiza la fotosíntesis	Ausente	Presente	Presente
Ribosomas	Centro de síntesis de proteínas	Presente	Presente	Presente
Retículo endoplasmático	Sintetiza componentes de la membrana, proteínas y lípidos	Ausente	Presente	Presente
Aparato de Golgi	Modifica y empaqueta proteínas y lípidos	Ausente	Presente	Presente
Lisosomas	Contiene enzimas digestivas intracelulares	Ausente	Presente	Presente

Plástidos	Almacena comida, pigmentos	Ausente	Presente	Ausente
Vacuola central	Contiene agua y desechos; proporciona presión de turgencia para sostener a la célula	Ausente	Presente	Ausente
Otras vesículas y vacuolas	Transporta productos de secreción; contiene alimentos obtenidos por fagocitosis	Ausente	Presente	Presente
Citoesqueleto	Da forma y sostén a la célula; sitúa y mueve las partes de las células	Ausente	Presente	Presente
Centríolos	Produce los microtúbulos de cilios y flagelos	Ausente	Ausente	Presente

LÍMITES CELULARES Y SUBCELULARES

Todas las células son básicamente muy semejantes. Todas tienen ADN como material genético, desempeñan los mismos tipos de reacciones químicas y están rodeadas por una membrana celular externa que se ajusta al mismo plan general, tanto en las células procarióticas como en las eucarióticas. La membrana celular - o plasmática- es esencial en la vida celular. No solamente define los límites de la célula, sino que además permite que la célula exista como una entidad diferente de su entorno. Esta membrana regula el tránsito de sustancias hacia fuera y hacia adentro de la célula. En las células eucarióticas, además, define los compartimientos y organelas, lo que permite mantener las diferencias entre su contenido y el citosol.

La membrana celular, como todas las membranas biológicas, consiste en una delgada capa de fosfolípidos y proteínas; tiene entre 7 y 9 nanómetros de grosor y no puede ser resuelta por el microscopio óptico. En cambio, con el microscopio electrónico, puede verse como una doble línea delgada y continua.

La membrana plasmática engloba a la célula y facilita las interacciones de la célula y su ambiente. Cada célula está rodeada por una membrana fluida y extremadamente delgada llamada membrana plasmática. La membrana plasmática y las demás membranas de la célula constan de una doble capa de moléculas de

fosfolípidos y colesterol en la que están incrustadas numerosas proteínas. Entre las funciones importantes de la membrana plasmática se encuentran:

- Aislar el contenido de la célula del ambiente exterior
- Regular la entrada y salida de materiales de la célula
- Permitir la interacción con otras células y con el ambiente extracelular

Los componentes, tanto fosfolípidos como proteínas de la membrana celular cumplen funciones muy diferentes. Cada fosfolípido tiene una cabeza hidrofílica (“afín al agua”) que da al interior o exterior acuoso de la célula y un par de colas hidrofóbicas (“temen al agua”) que dan al interior de la membrana. Aunque algunas moléculas pequeñas como las de oxígeno, dióxido de carbono y agua, pueden difundirse por la capa de fosfolípidos, ésta forma una barrera para la mayoría de los iones y moléculas hidrofílicas, aislando a la célula del entorno, para que pueda mantener las cruciales diferencias en concentraciones de materiales dentro y fuera.

Las proteínas de la membrana plasmática facilitan la comunicación entre la célula y el entorno. Algunas dejan pasar iones o moléculas específicas por la membrana plasmática, mientras que otras favorecen las reacciones químicas de la célula.

Algunas proteínas de la membrana unen a dos células y otras más reciben y responden a las señales de las moléculas que están en el líquido que rodea a la célula (como las hormonas). Las glucoproteínas de la membrana plasmática extienden ramificaciones de carbohidratos desde la célula hacia el exterior. Algunas de esas glucoproteínas, las del complejo mayor de histocompatibilidad (MHC, por sus siglas en inglés), identifican a la célula como parte de un individuo único.

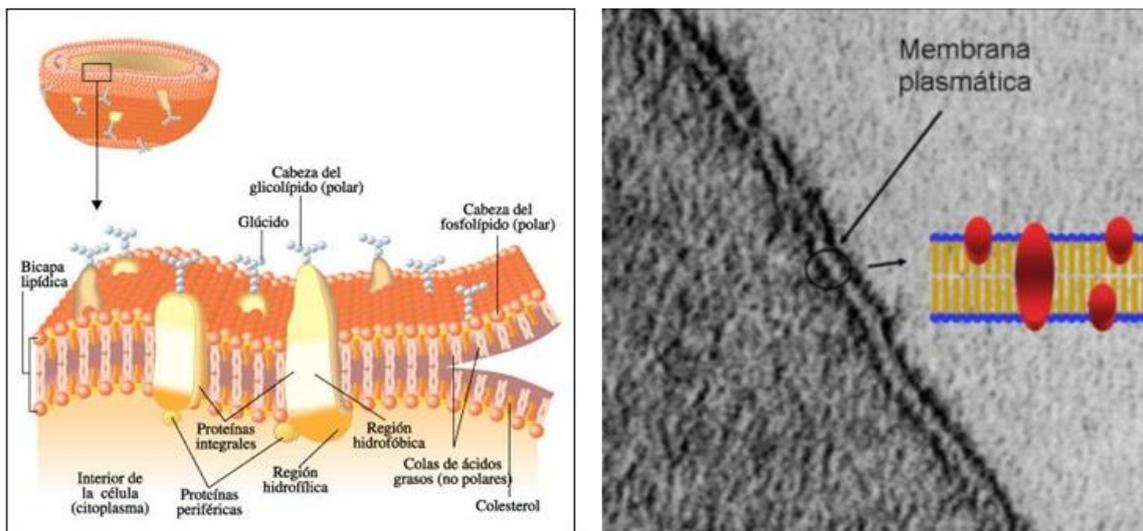


Imagen 4. A la izquierda, modelo de la membrana plasmática; a la derecha fotografía obtenida de un microscopio electrónico de transmisión (MET).

CITOPLASMA DE UNA CÉLULA EUCARIOTA

No hace mucho tiempo, la célula era vista como una bolsa de fluido que contenía enzimas y otras moléculas disueltas, juntamente con el núcleo, unas pocas mitocondrias y, ocasionalmente, otras organelas que podían examinarse por técnicas microscópicas especiales. Con el desarrollo del microscopio electrónico, sin embargo, se ha identificado un número creciente de estructuras dentro del citoplasma, que ahora se sabe que está altamente organizado y atestado de organelas.

Entre las células eucarióticas se distinguen las células animales y las vegetales. Ambos tipos de células difieren en varios aspectos, aunque, como veremos, comparten muchas características.

Dentro de la membrana se encuentra el **citoplasma**, que contiene las enzimas y otros solutos de la célula.

El citoplasma está atravesado y subdividido por un complejo sistema de membranas, el **retículo endoplásmico**. En algunas áreas, el retículo endoplásmico está cubierto por **ribosomas**, que son las estructuras especiales sobre las cuales los aminoácidos se ensamblan en proteínas. También se encuentran ribosomas en otras partes del citoplasma. Los **complejos de Golgi** son centros de empaquetamiento o compactación de moléculas sintetizadas dentro de la célula. Los **lisosomas** y **peroxisomas** son vesículas en las cuales diferentes tipos de moléculas se degradan a constituyentes más simples que pueden ser utilizados por la célula o en el caso de productos de desecho, eliminados fácilmente. Las **mitocondrias** son el asiento de las reacciones químicas que suministran energía para las actividades celulares.

El cuerpo más grande dentro de la célula es el **núcleo**. Está rodeado por una membrana doble, la **envoltura nuclear**, cuya membrana externa es continua con el retículo endoplásmico. Dentro de la envoltura nuclear se encuentran un **nucléolo**, que es el sitio donde se forman las subunidades ribosómicas.

El **citoesqueleto**, que es una red altamente estructurada y compleja de filamentos proteicos, ocupa todo el citoplasma. Entre sus componentes están los **microtúbulos**, que tienen aspecto de bastones y los **filamentos intermedios**, que son estructuras filiformes que se concentran cerca de la membrana celular. Otros elementos del citoesqueleto son demasiado delgados como para ser vistos con este aumento. Los filamentos intermedios del citoesqueleto mantienen la forma de la célula, fijan sus organelas y dirigen el tránsito molecular intracelular. En el núcleo, los filamentos intermedios forman la lámina nuclear, que actúa como soporte de la membrana nuclear interna (no se representa en este esquema).

Al igual que la célula animal, la célula vegetal está limitada por una membrana celular. Rodeando a la membrana celular hay una **pared celular** que contiene celulosa. Los **plasmodesmos**, que son canales que atraviesan las paredes celulares, permiten una conexión citoplasmática entre células contiguas. La estructura más prominente en muchas células vegetales es una **vacuola** grande,

llena con una solución de sales y otras sustancias. En las células vegetales maduras, la vacuola frecuentemente ocupa la mayor parte de la célula y los otros contenidos celulares son relegados a una región estrecha, próxima a la membrana celular. La vacuola desempeña un papel central al mantener la rigidez de la pared celular y la lozanía del cuerpo de la planta. Los **cloroplastos**, las organelas grandes en las que ocurre la fotosíntesis, generalmente se concentran cerca de la superficie de la célula. Las moléculas de clorofila y las otras sustancias involucradas en la captura de energía luminosa proveniente del Sol están situadas en las membranas tilacoides dentro de los cloroplastos. Al igual que la célula animal, la célula vegetal viva contiene un núcleo prominente, un retículo endoplásmico extenso y muchos ribosomas y mitocondrias.

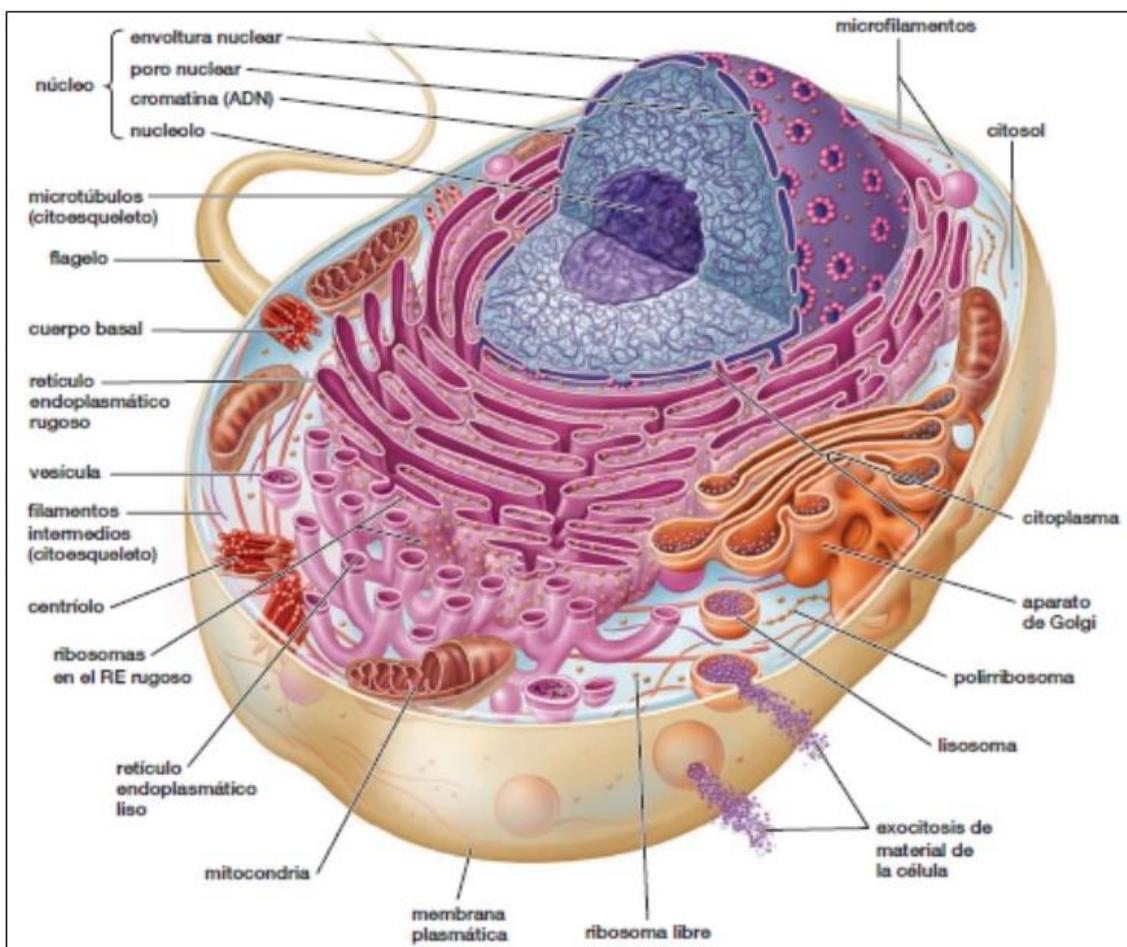


Imagen 5. Modelo de una célula eucariota animal.

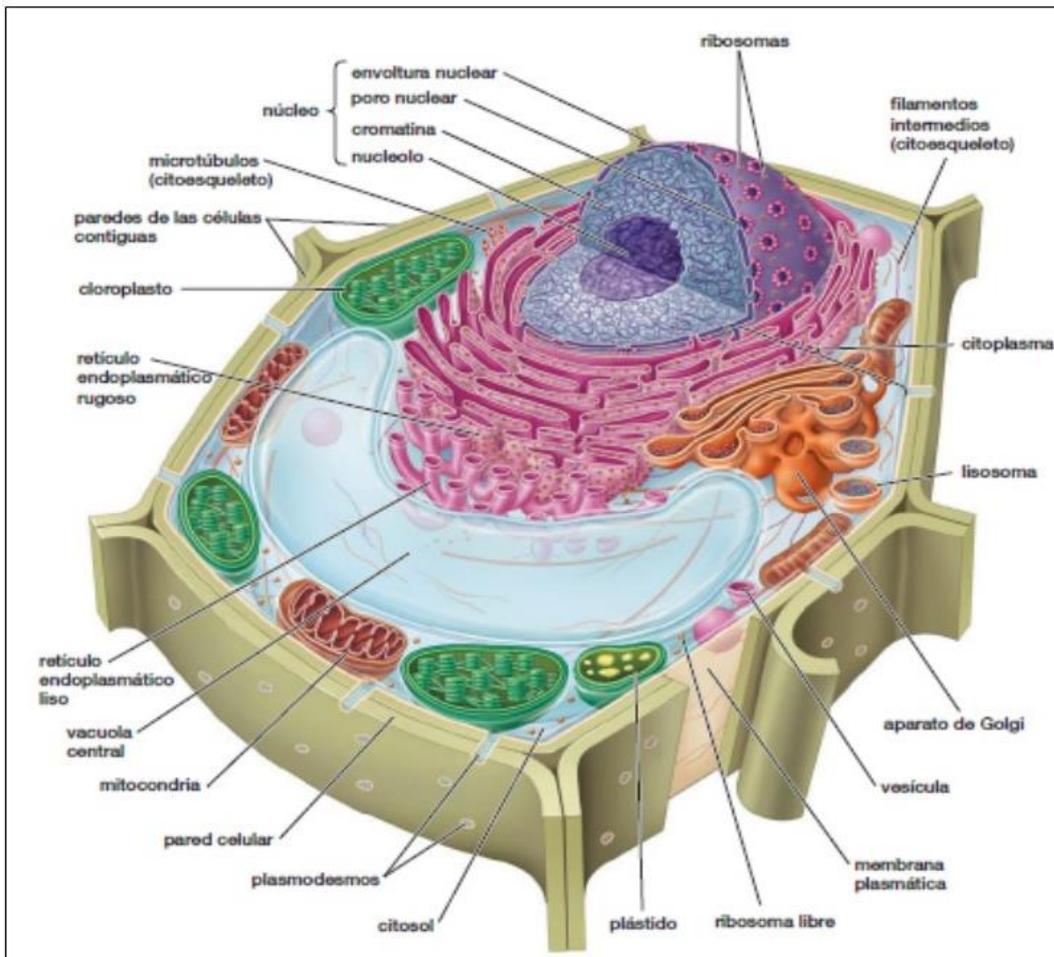


Imagen 6. Modelo de una célula eucariota vegetal

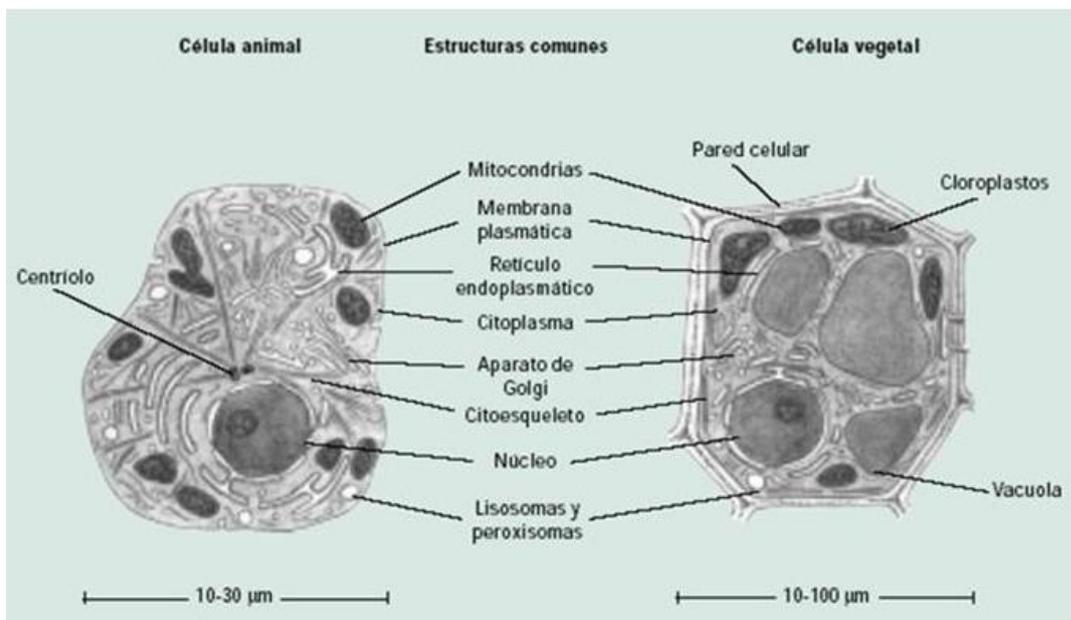


Imagen 7. Comparación de células eucariotas animal y vegetal a partir de fotografías obtenidas del MET.

DESARROLLO DE LOS COMPONENTES CITOPLASMÁTICOS

Las células eucarióticas poseen sistemas membranosos internos que las dividen en compartimientos especializados con límites establecidos por membranas cerradas, selectivamente permeables. Estos compartimientos son funcionalmente diferentes; contienen un grupo característico de enzimas concentradas que son las encargadas de llevar a cabo las funciones características de cada organela. Sin embargo, si bien los distintos compartimientos están físicamente separados, veremos que están interconectados funcionalmente. Estos compartimientos u organelas que constituyen el **sistema de endomembranas: vacuolas y vesículas, retículo endoplasmático, complejo de Golgi y lisosomas.**

El citoplasma de las células eucarióticas contiene un gran número de vesículas, organelas en forma de sacos rodeados de membranas cuyas principales funciones son el almacenamiento temporario y el transporte de materiales, tanto dentro de la célula como hacia el interior y exterior. La mayoría de las células de plantas y hongos contienen un tipo particular de vesícula, denominada **vacuola**, cuya membrana se conoce en las células vegetales como **tonoplasto**. Las vacuolas son grandes vesículas llenas de fluido, que pueden ocupar de un 30 a un 90% del volumen celular. Las vacuolas incrementan el tamaño celular, así como la superficie expuesta al ambiente, con una mínima inversión de materiales estructurales por parte de la célula. Son las encargadas de mantener la turgencia celular; por otra parte, pueden almacenar temporariamente nutrientes o productos de desecho, y funcionar como un compartimiento de degradación de sustancias. En una misma célula pueden coexistir distintas vacuolas con diferentes funciones.

El citoplasma de las células eucarióticas está subdividido por una red de membranas conocidas como **retículo endoplásmico**, que sirven como superficie de trabajo para muchas de sus actividades bioquímicas. Es una red de sacos aplanados, tubos y canales conectados entre sí, que caracteriza a las células eucarióticas. La cantidad de retículo endoplásmico de una célula no es fija, sino que aumenta o disminuye de acuerdo con la actividad celular.

En las células eucarióticas muchos ribosomas están unidos a la superficie del retículo endoplásmico, produciendo el **retículo endoplásmico rugoso**, que es especialmente abundante en células que producen proteínas de exportación. El **retículo endoplásmico liso**, que carece de ribosomas, es abundante en células especializadas en la síntesis lipídica o en el metabolismo de lípidos, como las células glandulares que producen hormonas esteroideas y también se encuentra muy desarrollado en las células hepáticas, donde parece estar relacionado con varios procesos de desintoxicación (una de las muchas funciones del hígado).

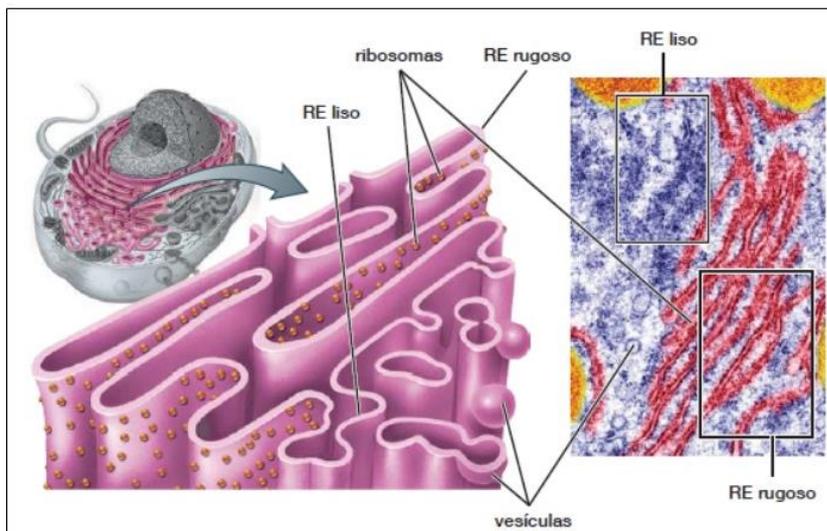


Imagen 8. Retículo endoplasmático (RE) Liso y Rugoso con los ribosomas coloreados de naranja. A la derecha Imagen de MET del retículo endoplasmático liso y rugoso con vesículas.

El destino de una proteína -ya sea salir de la célula, ser incorporada en la membrana celular o formar parte del sistema de endomembranas- depende de la adición de un "guía" formado por aminoácidos hidrofóbicos. Esta porción de la molécula dirige a la proteína que está siendo sintetizada y a los ribosomas que están participando en su síntesis hacia una región específica del retículo endoplásmico rugoso donde la proteína ingresa a la cavidad interior. La molécula de proteína recién sintetizada se mueve luego dentro del retículo endoplásmico rugoso y es luego compactada en una vesícula de transporte cuyo destino es el complejo de Golgi.

En el curso de esta progresión desde el retículo endoplásmico al complejo de Golgi y, finalmente, a su destino final, la molécula de proteína sufre un procesamiento ulterior que incluye el clivaje (separación) de la secuencia señal y, frecuentemente, la adición de grupos de carbohidratos a la proteína (glicosilación).

El **complejo de Golgi** es un centro de procesamiento y compactación de materiales que se mueven a través de la célula y salen de ella. Cada complejo de Golgi recibe vesículas del retículo endoplasmático, modifica sus membranas y sus contenidos e incorpora los productos terminados en vesículas de transporte que los llevan a otras partes del sistema de endomembranas, a la superficie celular y al exterior de la célula.

Las diferentes etapas de este procesamiento químico ocurren en diferentes cisternas del complejo de Golgi y los materiales son transportados de una cisterna a la siguiente por medio de las vesículas. Después de completarse el procesamiento químico, el nuevo material de membrana, compactado dentro de las vesículas, es enviado a su destino final.

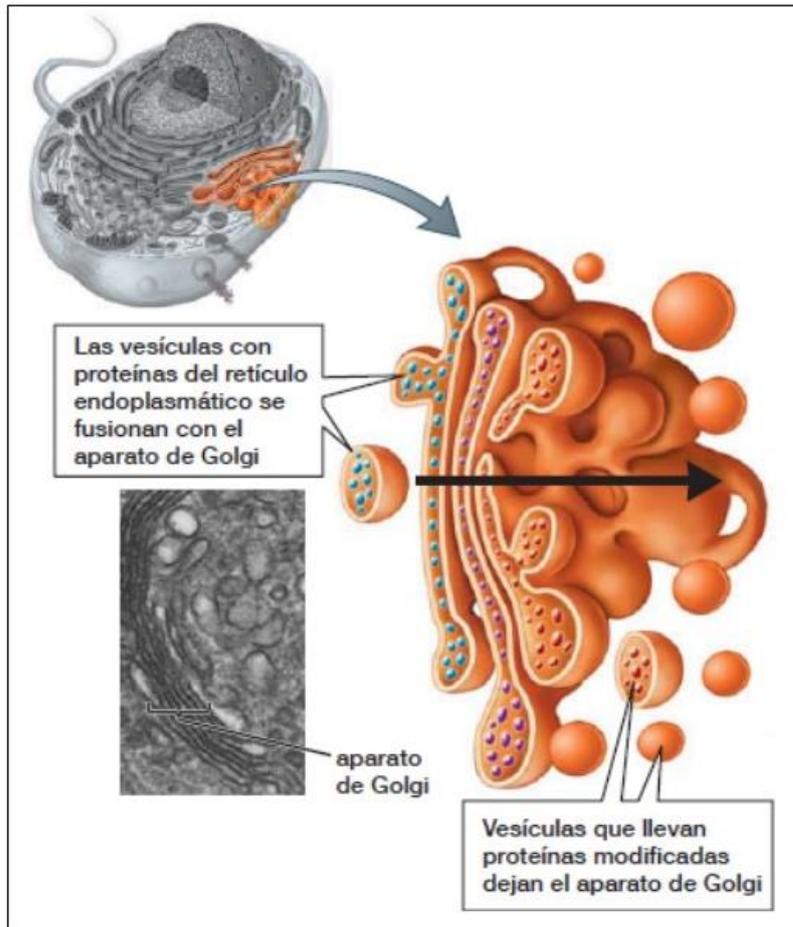


Imagen 9. Complejo de Golgi. La flecha muestra la dirección del movimiento de los materiales por el complejo de Golgi donde son modificados y clasificados.

Los organelas más numerosas (tanto en procariontas como en eucariotas) son los **ribosomas**, los sitios de ensamble de proteínas. Los ribosomas no están rodeados por una membrana; están constituidos por dos subunidades, cada una de las cuales está formada por un complejo de RNA ribosomal y proteínas. Tanto en las células procarióticas como en las eucarióticas, los ribosomas tienen una estructura similar, sin embargo, los ribosomas de las células eucarióticas son un poco más grandes. Los ribosomas son los sitios en los cuales ocurre el acoplamiento de los aminoácidos que forman las proteínas. Cuanta más proteína esté fabricando una célula, más ribosomas tendrá.

Los ribosomas, el retículo endoplásmico y el complejo de Golgi y sus vesículas cooperan en la síntesis, procesamiento químico, empaquetamiento y distribución de macromoléculas y nuevo material de membrana.

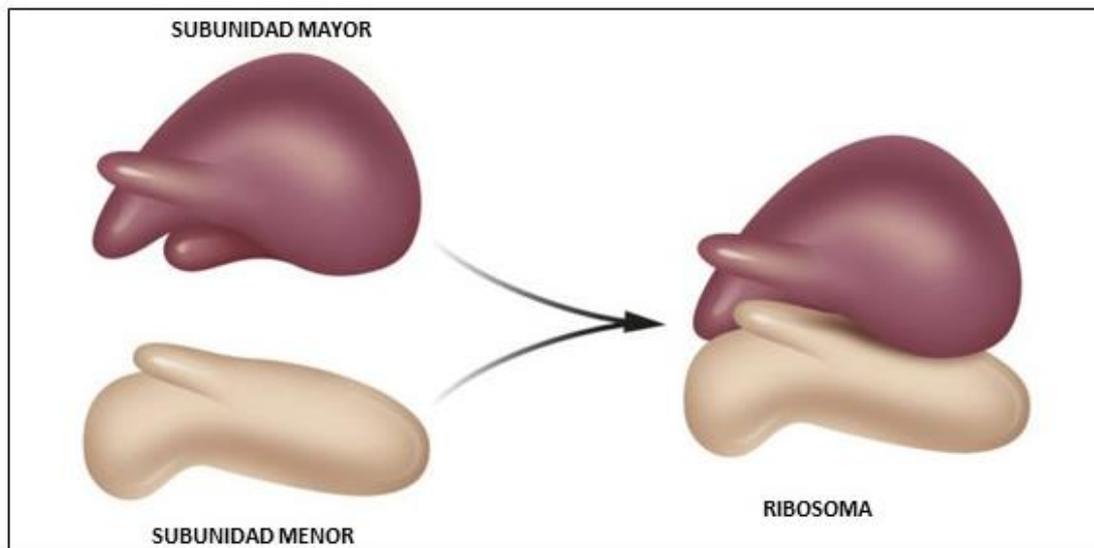


Imagen 10. Modelo de un Ribosoma mostrando las subunidades que lo forman

Los **lisosomas**, un tipo de vesícula relativamente grande, formada en el complejo de Golgi, contienen enzimas hidrolíticas a las que aíslan de la célula y están implicados en las actividades digestivas intracelulares de algunas células. Estas enzimas están implicadas en la degradación de proteínas, polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos. Para su óptima actividad, las enzimas hidrolíticas requieren de un medio ácido. Los lisosomas proveen este medio ya que su pH interno se mantiene cercano a 5. Las enzimas hidrolíticas que los lisosomas liberan en las vacuolas digieren su contenido. Las enzimas no destruyen la membrana de los lisosomas que las contienen.

Los **peroxisomas** son otro tipo de vesícula relativamente grande presente en la mayoría de las células eucarióticas; contienen enzimas oxidativas que remueven el hidrógeno de pequeñas moléculas orgánicas y lo unen a átomos de oxígeno formando peróxido de hidrógeno (H_2O_2), un compuesto que es extremadamente tóxico para las células vivas. Otra de las enzimas, la catalasa, escinde inmediatamente el peróxido de hidrógeno en agua e hidrógeno, evitando cualquier daño a las células. Los peroxisomas son particularmente abundantes en las células hepáticas, donde participan en la desintoxicación de algunas sustancias.

Las **mitocondrias** son organelas limitadas por membrana en las cuales las moléculas orgánicas que almacenan energía química son degradadas y la energía liberada es envasada en unidades más pequeñas. En este proceso, la energía liberada es almacenada en moléculas de ATP que será utilizada luego en otros procesos celulares. En general, cuanto mayores son los requerimientos energéticos de una célula eucariótica en particular, más mitocondrias contiene.

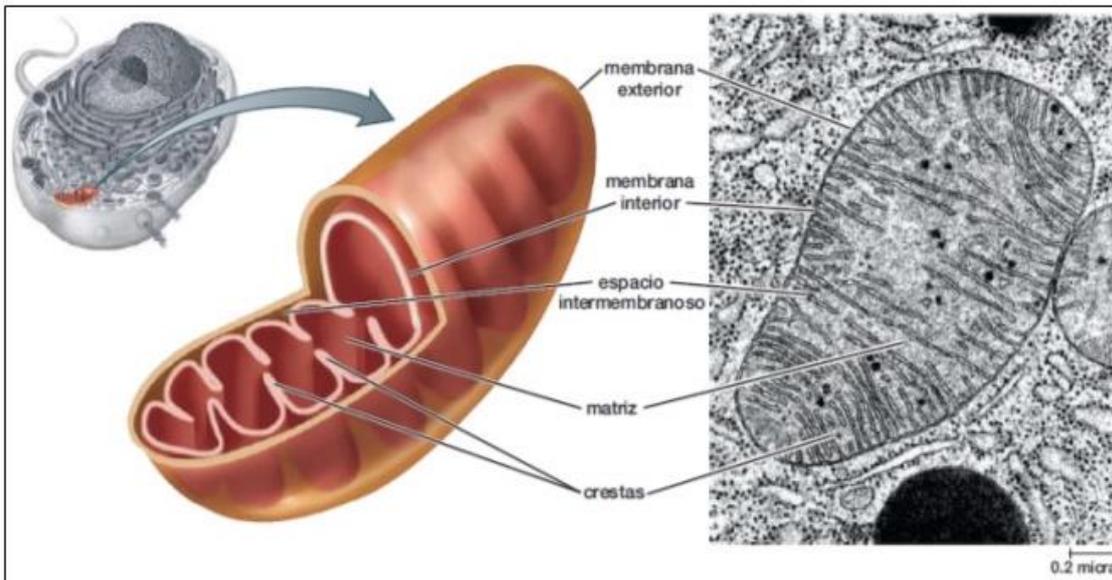


Imagen 11. La mitocondria contiene dos membranas que delimitan dos compartimentos fluidos: el espacio intermembranoso y la matriz dentro de la membrana interna. La membrana exterior es lisa, pero la interna forma pliegues profundos llamados *crestas*. Estas estructuras se perciben en la imagen de MET de la derecha.

Las mitocondrias pueden adoptar diferentes formas; están siempre rodeadas por dos membranas, la más interna de las cuales se pliega hacia adentro. Estos pliegues, conocidos como *crestas*, son superficies de trabajo para las reacciones mitocondriales. Las mitocondrias presentan vestigios de su vida como organismos independientes. Se reproducen por fisión binaria como las bacterias, tienen un pequeño genoma que codifica para algunas de sus proteínas y tienen además ribosomas similares a los procarióticos.

Los **plástidos** son organelas limitadas por membrana y se encuentran sólo en los organismos fotosintéticos. Están rodeados por dos membranas concéntricas, al igual que las mitocondrias, y tienen un sistema de membranas internas que pueden estar intrincadamente plegadas. Los plástidos maduros son de tres tipos: leucoplastos, cromoplastos y cloroplastos.

Los **cloroplastos** (chloro significa "verde") son los plástidos que contienen clorofila y en los cuales se produce energía química a partir de energía lumínica, en el proceso de fotosíntesis. Al igual que otros plástidos, están rodeados por dos membranas. Existe una tercer membrana interna -la membrana tilacoide que forma una serie complicada de compartimientos y superficies de trabajo. Al igual que las mitocondrias, los plástidos contienen múltiples copias de un pequeño genoma, así como ribosomas propios.

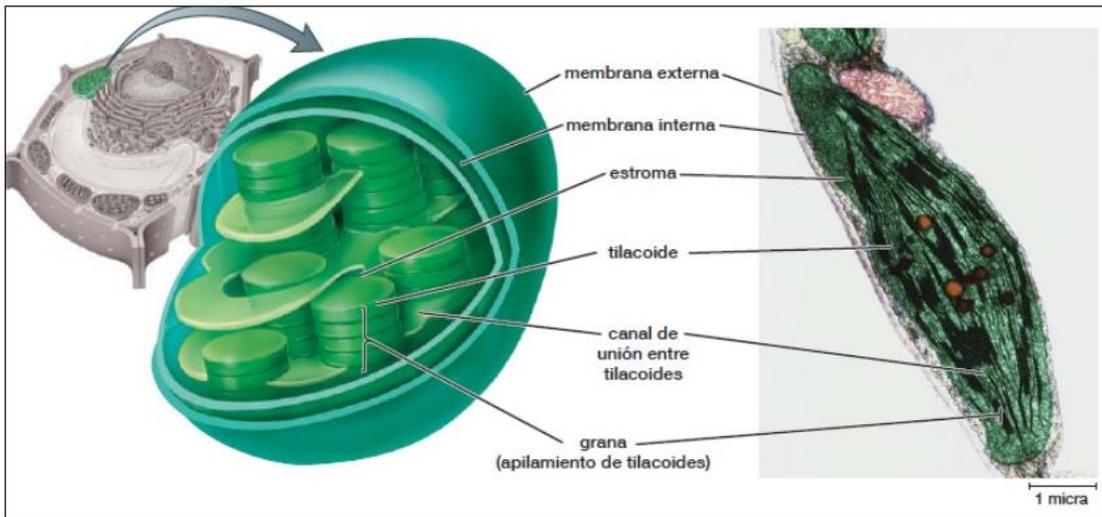


Imagen 12. Los cloroplastos están rodeados por una doble membrana. El estroma que es fluido está envuelto por la membrana interna; dentro del estroma hay apilamientos de sacos de tilacoides llamados *grana*. La clorofila está insertada en las membranas de los tilacoides.

El esqueleto celular -el **citoesqueleto**- mantiene la organización de la célula, le permite moverse, posiciona sus organelas y dirige el tránsito intracelular. Se han identificado tres tipos diferentes de filamentos como integrantes principales del citoesqueleto: los microtúbulos, los filamentos de actina (también conocidos como microfilamentos) y los filamentos intermedios.

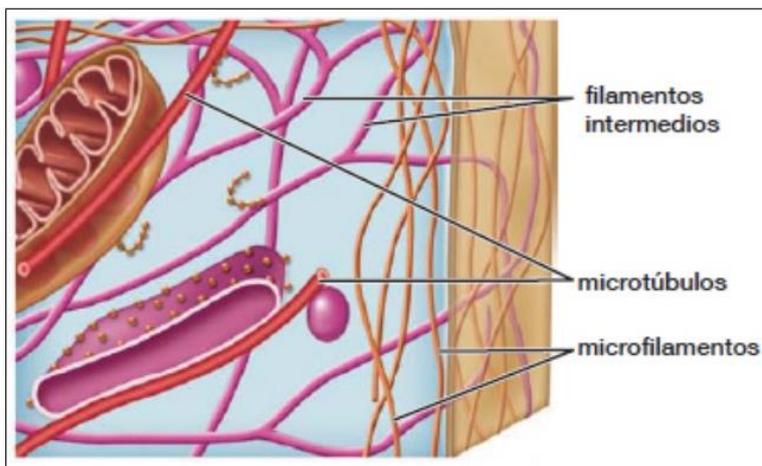


Imagen 13. Modelo del Citoesqueleto formado por microtúbulos, Filamentos intermedios y microfilamentos (filamentos de actina).

Los **microtúbulos** son tubos huecos, largos, organizados a partir de dímeros de proteínas globulares, las tubulinas alfa y beta.

Los **filamentos de actina o microfilamentos** son delicadas hebras de proteínas globulares. Pueden ser integrados y desintegrados fácilmente por la célula y también desempeñan papeles importantes en la división y la motilidad celular.

Los **filamentos intermedios**, como lo indica su nombre, son intermedios en tamaño entre los microtúbulos y los filamentos de actina. A diferencia de los primeros, constituidos por subunidades de proteína globular, los filamentos intermedios están compuestos por proteínas fibrosas y no pueden ser tan fácilmente desintegrados por la célula una vez que han sido formados. Los filamentos intermedios constituyen la lámina nuclear.

La **lámina nuclear** se interrumpe en los poros nucleares y actúa como soporte de la membrana nuclear interna. Los filamentos intermedios son particularmente prominentes en células que soportan tensión mecánica, como las células de la piel y el intestino.

El núcleo

El núcleo es un cuerpo grande, frecuentemente esférico y, por lo común, es la estructura más voluminosa dentro de las células eucarióticas. Está rodeado por la envoltura nuclear, constituida por dos membranas concéntricas, cada una de las cuales es una bicapa lipídica. Estas dos membranas están separadas por un intersticio de unos 20 a 40 nanómetros pero, a intervalos frecuentes, las membranas se fusionan creando pequeños poros nucleares, por donde circulan los materiales entre el núcleo y el citoplasma.

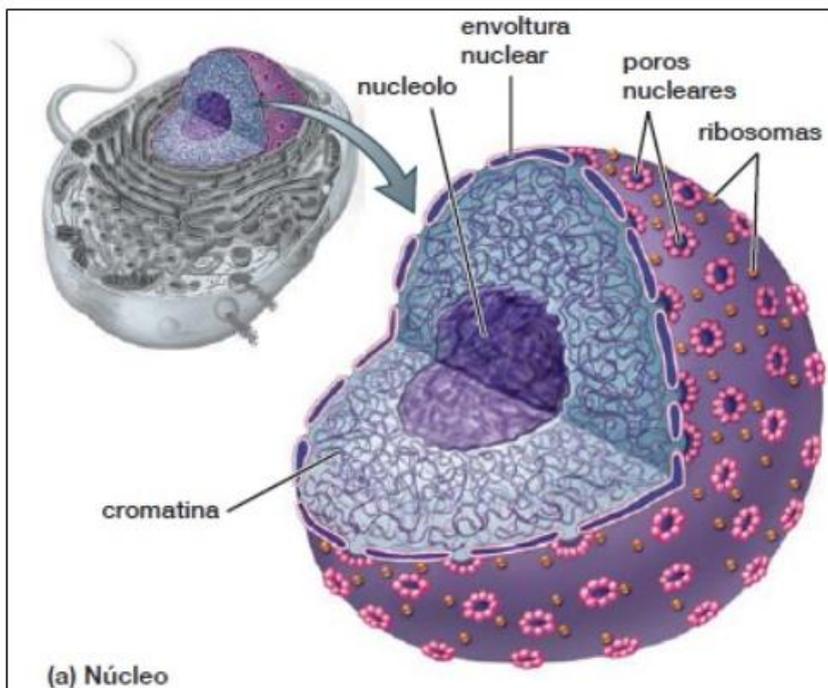


Imagen 14. Modelo del núcleo mostrando sus partes.

En las células eucarióticas, el **material genético -DNA-** es lineal y está fuertemente unido a proteínas especiales llamadas histonas. Cada molécula de DNA con sus histonas constituye un cromosoma. Los **cromosomas** se encuentran en el núcleo. Cuando una célula no se está dividiendo, los cromosomas se ven como una maraña de hilos delgados, llamada **cromatina**. Cuando la célula se divide, la cromatina se condensa y los cromosomas se hacen visibles como entidades independientes. El cuerpo más conspicuo dentro del núcleo es el **nucléolo**. Hay típicamente dos nucléolos por núcleo. El nucléolo es el sitio en el que se construyen las subunidades que constituyen los ribosomas. Visto con el microscopio electrónico, el nucléolo aparece como un conjunto de delicados gránulos y fibras diminutas. Estos gránulos y fibras están constituidos por filamentos de cromatina, RNA ribosómico que está siendo sintetizado y partículas de ribosomas inmaduros. Los nucléolos pueden variar en tamaño en relación con la actividad sintética de la célula, y pueden llegar a representar un 25% del volumen total nuclear.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS CÉLULAS PROCARIOTAS

Las células procariontes son pequeñas y poseen elementos superficiales especializados

La mayoría de las células procariontes son pequeñas, de menos de cinco micras de diámetro (casi todas las células eucariontes miden de 10 a 100 micras de diámetro) y su estructura interna es simple en comparación con las células eucariontes.

En general, las células procariontes están rodeadas por una pared celular rígida que las protege y les da su forma característica.

Aunque ninguna célula procarionte posee cilios, algunas bacterias y arqueas se impulsan por flagelos de estructura diferente que los flagelos eucariontes.

Las células procariontes tienen menos estructuras especializadas en su citoplasma

El citoplasma de la mayoría de las células procariontes tiene una apariencia homogénea al compararse con las células eucariontes. En la región central de la célula se encuentra una zona llamada **nucleoide**. Dentro del nucleoide, células procariontes tienen un cromosoma circular único que consta de dos largas cadenas enrolladas de ADN que lleva la información genética esencial. El nucleoide no está separado del citoplasma por una membrana, así que no es el núcleo verdadero que se ve en las eucariontes. Casi todas las células procariontes contienen también pequeños anillos de ADN llamados *plásmidos*, que se localizan fuera del nucleoide. Los plásmidos llevan los genes que confieren a una célula sus propiedades especiales; por ejemplo, algunas bacterias patógenas tienen plásmidos que les permiten desactivar los anticuerpos, por lo que resulta mucho más difícil eliminarlas.

Las células procariontes carecen de núcleo y otros organelos encerrados en membranas (como cloroplastos, mitocondrias, retículo endoplasmático, aparato de

Golgi y otros componentes del sistema de membranas), que poseen las células eucariontes.

Sin embargo, algunas procariontes usan, de hecho, membranas para organizar las enzimas con las que se producen ciertas reacciones bioquímicas. Estas enzimas se encuentran sobre la membrana en una secuencia particular, para inducir las reacciones en determinado orden. Por ejemplo, las bacterias fotosintéticas poseen membranas internas en las que proteínas que captan la luz y enzimas que catalizan la síntesis de moléculas energéticas están colocadas en un orden específico. En las células procariontes, las reacciones que captan energía de la degradación de los carbohidratos son catalizadas por enzimas que pueden estar ancladas en el interior de la membrana plasmática o flotando libremente en el citoplasma.

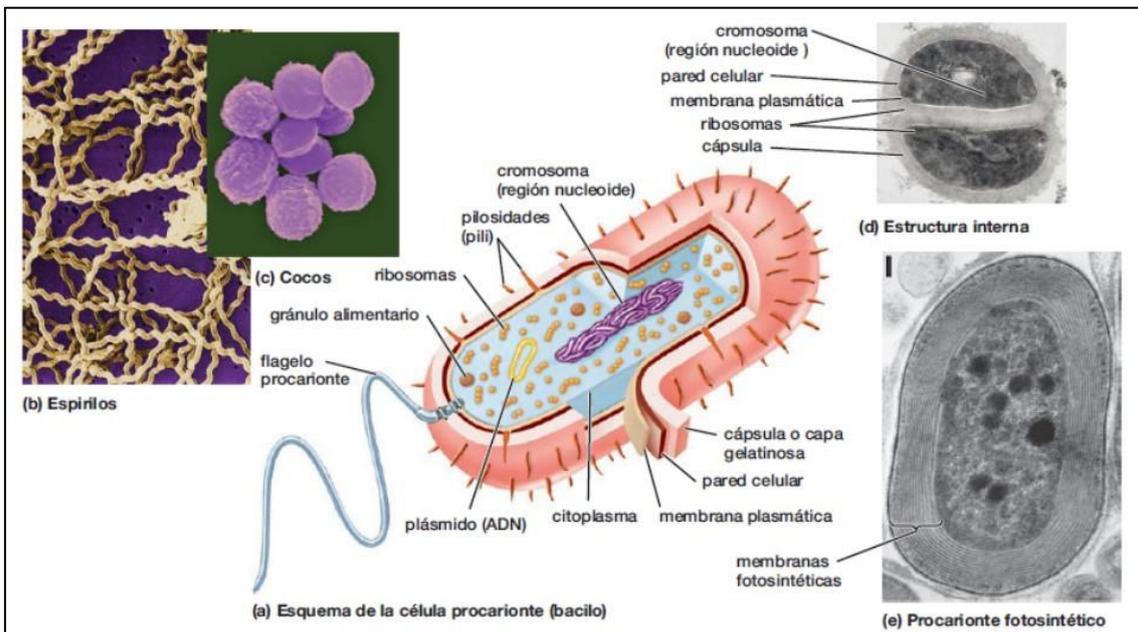


Imagen 15. Las procariontes asumen una variedad de formas, incluyendo (a) bacilos (en forma de bastón), (b) espirilos (en forma de espiral) y (c) cocos (esféricos). Las estructuras internas se revelan en las imágenes de MET de (d) y (e). Algunas bacterias fotosintéticas tienen membranas internas en las que ocurre la fotosíntesis, como se muestra en (e).

El citoplasma bacteriano contiene ribosomas. Aunque su función es semejante al de los ribosomas eucariontes, los bacterianos son más pequeños y contienen diferentes proteínas. Estos ribosomas se parecen a los que se encuentran en las mitocondrias y cloroplastos eucariontes, lo que aporta credibilidad a la hipótesis endosimbiótica que se expuso anteriormente.

El citoplasma de las procariontes también contiene muchos gránulos alimentarios que guardan moléculas energéticas, como el glucógeno, pero no están englobados por membranas.

¿CÓMO PASAN LAS SUTANCIAS ATRAVÉS DE LAS MEMBRANAS?

La materia viva se encuentra rodeada de materia no viva con la que constantemente intercambia materiales. Ambas se diferencian por los tipos de compuestos químicos que contienen y por sus concentraciones. En todos los sistemas vivos, desde los procariotas a los eucariotas multicelulares más complejos, la regulación del intercambio de sustancias con el mundo inanimado ocurre a nivel de la célula individual y es realizado por la membrana celular. La membrana celular regula el paso de materiales hacia dentro y fuera de la célula, una función que hace posible que la célula mantenga su integridad estructural y funcional. Esta regulación depende de interacciones entre la membrana y los materiales que pasan a través de ella.

El movimiento a través de las membranas ocurre por transporte pasivo y activo:

Los gradientes de iones y moléculas por la membrana celular son cruciales para la vida; una célula sin gradientes está muerta. Las proteínas de las membranas celulares gastan energía para crear y mantener estos gradientes de concentración porque muchos de los procesos bioquímicos de la vida dependen de ellos. Por ejemplo, las neuronas dependen del flujo de iones específicos por su gradiente de concentración para producir las señales eléctricas que fundan la sensación y el movimiento. Se dice que las membranas plasmáticas son **selectivamente permeables** porque sólo permiten que pasen (que permeen) ciertos iones o moléculas. La permeabilidad selectiva de la membrana plasmática crea una barrera que ayuda a mantener los gradientes que caracterizan a todas las células.

En su función de guardiana de la célula, la membrana plasmática favorece el movimiento de las sustancias de dos formas: transporte pasivo y transporte que requiere de energía. El **transporte pasivo** consiste en la difusión de las sustancias a través la membrana celular de un medio de mayor a uno de menor concentración, mientras que en el **transporte que requiere energía**, la célula consume energía para que entren y salgan las sustancias.

TRANSPORTE POR MEMBRANA

TRANSPORTE PASIVO	Difusión de las sustancias a través de una membrana, por un gradiente de concentración, presión o carga eléctrica; no requiere energía celular.
<i>Difusión simple</i>	Difusión del agua, gases disueltos o moléculas solubles en lípidos por la bicapa lipídica de una membrana.
<i>Difusión facilitada</i>	Difusión de agua, iones o moléculas solubles en agua por una membrana, a través de una proteína de canal o portadora.
<i>Ósmosis</i>	Difusión de agua a través de una membrana selectivamente permeable de una región de mayor a una de menor concentración de agua libre.

TRANSPORTE QUE REQUIEREN ENERGÍA	Entrada y salida de las sustancias de una célula, con la energía suministrada por el ATP
<i>Transporte activo</i>	Movimiento de pequeñas moléculas o iones individuales contra sus gradientes de concentración, por medio de proteínas que atraviesan la membrana.
<i>Endocitosis</i>	Entrada de partículas o moléculas grandes a una célula; ocurre cuando la membrana plasmática envuelve el material en un saco membranosos que se introduce en el citoplasma.
<i>Exocitosis</i>	Salida de partículas o moléculas grandes a una célula; ocurre cuando la membrana plasmática envuelve el material en un saco membranosos que se desplaza a la superficie de la célula, se fusiona con la membrana y se abre hacia el exterior expulsando su contenido y permitiendo que se difunda en el medio extracelular.

El transporte pasivo es por difusión simple, difusión facilitada y ósmosis:

La difusión se produce en un fluido o a través de una membrana que es permeable a la sustancia y que separa dos compartimentos del fluido. Muchas moléculas cruzan la membrana plasmática por difusión, impulsadas por diferencias de concentración entre el citoplasma y el fluido extracelular.

Algunas moléculas atraviesan las membranas por difusión simple:

Las moléculas muy pequeñas sin carga neta, como las de agua, oxígeno y dióxido de carbono (lo mismo que moléculas liposolubles, como el alcohol, las vitaminas A, D y E, y las hormonas esteroides) se difunden a través de la bicapa de fosfolípidos por sus gradientes de concentración. Este proceso se llama **difusión simple**. Un gradiente de concentración mayor, temperatura elevada, tamaño molecular pequeño y mayor solubilidad en lípidos aumentan la velocidad de la difusión simple.

Algunas moléculas atraviesan las membranas por difusión facilitada, mediante proteínas de transporte:

Muchas sustancias no pueden difundirse solas por la bicapa lipídica. Entre éstas se encuentran los iones (como K^+ , Na^+ , Cl^- y Ca^{2+}), que forman enlaces de hidrógeno con las moléculas de agua. Estas moléculas retienen a los iones, ya sea dentro o fuera de la célula. Moléculas como los monosacáridos (azúcares simples) son polares y también forman enlaces de hidrógeno con el agua; así su atracción al agua y su tamaño inhibe su paso a la bicapa. Estos iones y moléculas sólo pueden difundirse a través de las membranas con la ayuda de proteínas de transporte específicas: proteínas de canal o proteínas portadoras. El movimiento a través de la membrana celular por gradiente de concentración y con la ayuda de proteínas de transporte se llama **difusión facilitada**.

El transporte que requiere energía es transporte activo, endocitosis y exocitosis:

Sin gradientes de concentración en las membranas, una célula muere. Al formar gradientes y, en ciertas circunstancias, dejar que desaparezcan, las células regulan sus reacciones bioquímicas, responden a los estímulos externos y obtienen energía química. Las señales eléctricas de las neuronas, la contracción de los músculos y la generación de ATP en mitocondrias y cloroplastos dependen de los gradientes de concentración de los iones. Pero los gradientes no se forman de manera espontánea, sino que requieren el transporte activo a través de la membrana.

El transporte activo utiliza energía para mover moléculas contra su gradiente de concentración:

En el **transporte activo**, las proteínas de membrana utilizan energía celular para mover moléculas o iones por la membrana celular, en contra de su gradiente de concentración. Todas las células necesitan trasladar materiales "corriente arriba", en contra de su gradiente de concentración. Por ejemplo, toda célula requiere nutrimentos que están menos concentrados en el entorno que en el citoplasma de la célula. Otras sustancias, como los iones de sodio y calcio, se mantienen en concentraciones mucho menores dentro de la célula que en el fluido extracelular. Las células nerviosas mantienen gradientes de concentración de iones grandes porque sus señales eléctricas requieren un flujo rápido y pasivo de los iones cuando los canales se abren. Cuando estos iones se difunden dentro (o fuera) de la célula, sus gradientes de concentración deben reconstituirse por transporte activo.

Las proteínas de transporte activo abarcan todo el ancho de la membrana y tienen dos sitios activos. Uno (que puede estar hacia dentro o hacia fuera de la membrana plasmática, dependiendo de la proteína) enlaza a una molécula o ión, como los iones de calcio. El segundo sitio, que siempre está dentro de la membrana, une a la molécula transportadora de energía, que por lo regular es el adenosín trifosfato (ATP). El ATP cede energía a la proteína, con lo que ésta cambia de forma y mueve el ión de calcio por la membrana.

Las proteínas del transporte activo se llaman a veces *bombas* (por analogía con las bombas de agua), porque usan energía para mover iones o moléculas en contra de un gradiente de concentración.

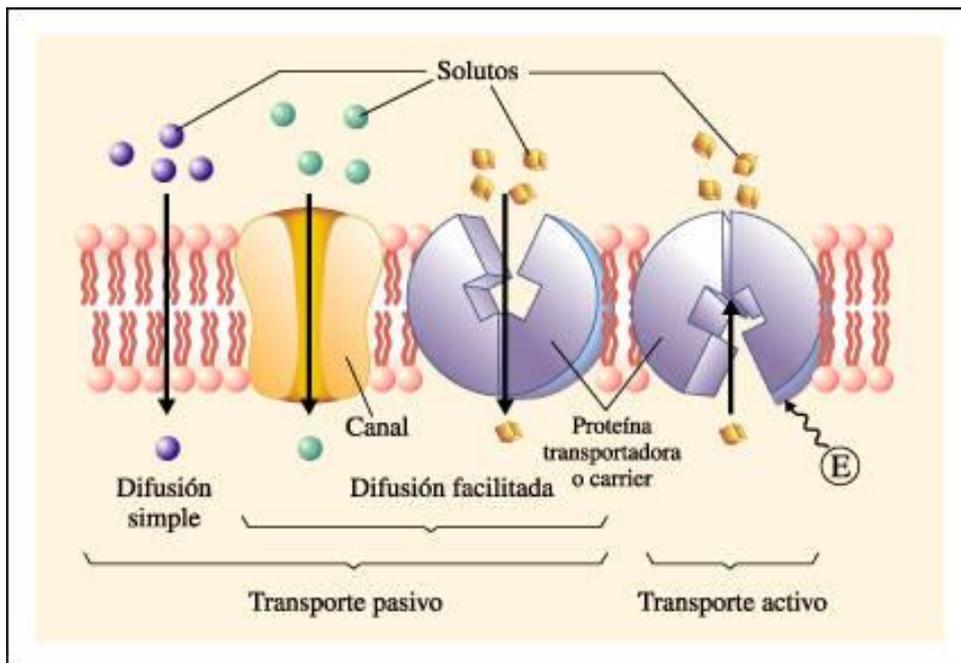


Imagen 16. Esquema del Modelo de Membrana plasmática con los tipos de Transporte Activo y Pasivo.

La célula engloba partículas o líquidos por endocitosis:

Una célula puede necesitar materiales de su entorno extracelular que son demasiado grandes para pasarlos por la membrana. Entonces, la membrana plasmática los engloba en vesículas que transporta dentro de la célula. Este proceso que requiere energía se llama **endocitosis** (en griego significa “dentro de la célula”). Aquí vamos a describir tres formas de endocitosis basadas en el tamaño y tipo del material adquirido y del método de adquisición: pinocitosis, endocitosis mediada por receptor y fagocitosis.

La pinocitosis lleva líquidos al interior de la célula. Un segmento muy pequeño de la membrana plasmática sufre una depresión que se hace más profunda conforme se llena de fluido extracelular y sigue hundiéndose hasta estrangularse dentro del citosol para formar una vesícula diminuta que se desprende en el citoplasma. La pinocitosis introduce en la célula una gota de fluido extracelular contenido en la depresión de la membrana. Por tanto, la célula adquiere materiales en la misma concentración que en el fluido extracelular.

La endocitosis mediada por receptores introduce moléculas específicas al interior de la célula. Con el fin de concentrar selectivamente materiales que no se mueven por los canales, las células toman moléculas o complejos de moléculas específicas (por ejemplo, paquetes que contengan lipoproteínas y colesterol) por medio de un proceso llamado **endocitosis mediada por receptor**. Este proceso depende de las proteínas receptoras especializadas situadas en la membrana plasmática en depresiones hondas llamadas *fosas recubiertas*. Cuando las

moléculas correspondientes se unen a estos receptores, la fosa recubierta se desprende en la forma de una vesícula que lleva las moléculas al citoplasma.

La fagocitosis lleva partículas grandes al interior de la célula. Por **fagocitosis** (que significa "acción de comer de la célula") la célula toma partículas grandes, incluyendo microorganismos. Por ejemplo, los leucocitos fagocitan y someten a digestión intracelular a bacterias invasoras que engloban y destruyen.

La exocitosis expulsa material de la célula:

Las células también usan energía para desechar las partículas que no se digirieron o para secretar sustancias, como hormonas, al fluido extracelular por medio de **exocitosis** (término griego que significa "fuera de la célula"). En la exocitosis, una vesícula rodeada de membrana y que lleva el material que se va a expulsar pasa a la superficie de la célula, donde la membrana de la vesícula se fusiona con la membrana plasmática. La vesícula se abre al líquido extracelular para que su contenido se difunda por el fluido fuera de la célula.

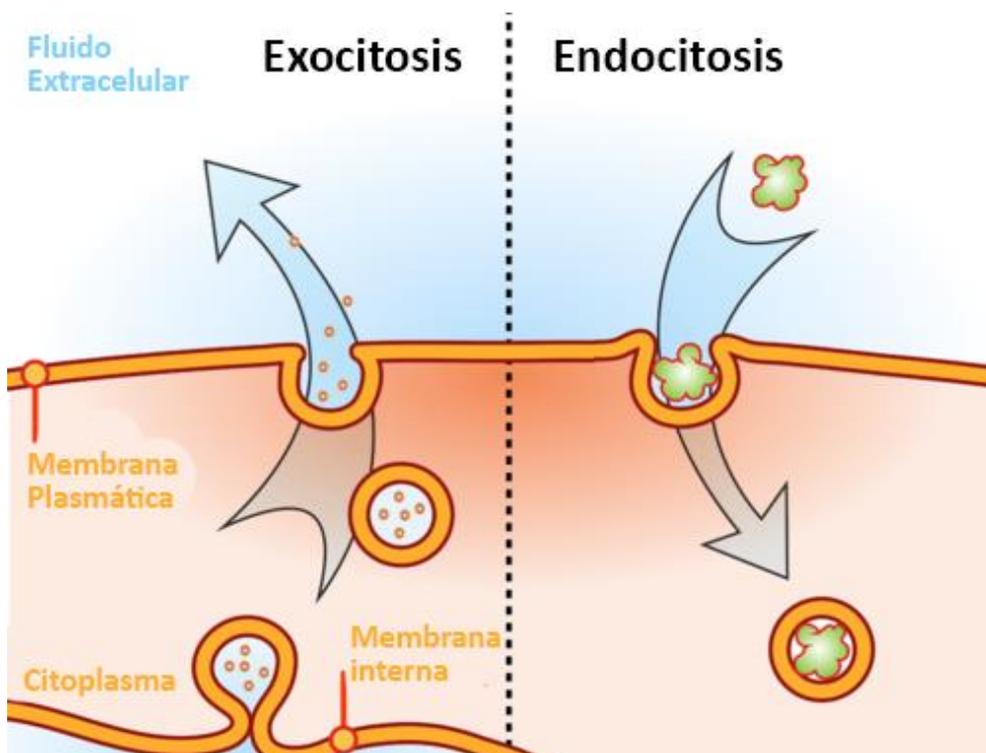


Imagen 18. Salida y entrada de partículas por Exocitosis y Endocitosis respectivamente.

EL TEXTO QUE SE PRESENTA EN ESTE MÓDULO FUE REALIZADO CON FINES EXCLUSIVAMENTE DIDÁCTICOS. SE EMPLEÓ EL SIGUIENTE MATERIAL BIBLIOGRÁFICO:

Audesirk, T., Audesirk, G., & Byers, B. E. (2003). *Biología: La vida en la Tierra*. Pearson educación.

Curtis, H., & Schnek, A. (2008). *Curtis. Biología*. Ed. Médica Panamericana.

MICROSCOPIA: CONOCIMIENTOS BÁSICOS

RECOMENDACIONES

Recuerde Que está utilizando un elemento de precisión óptica y su manejo requiere de atención y cuidado.

Ante cualquier duda consulte con las profesoras a cargo de las actividades.

INTRODUCCIÓN

La biología estudia organismos pertenecientes a distintos niveles de organización, abarcando desde células hasta poblaciones y ecosistemas. El tipo de estudio que se realiza en los distintos niveles depende, entre otras cosas, del poder de resolución (capacidad para distinguir con claridad dos puntos cercanos) del ojo humano y de los distintos instrumentos que se pueden utilizar. El ojo humano puede distinguir dos puntos cuando están separados aproximadamente por más de 0,1 mm (límite de resolución). La mayoría de las células tienen dimensiones menores (entre 10 y 30 μm) y su estudio necesita por ello, de instrumentos que tengan mayor poder de resolución, como son los microscopios.

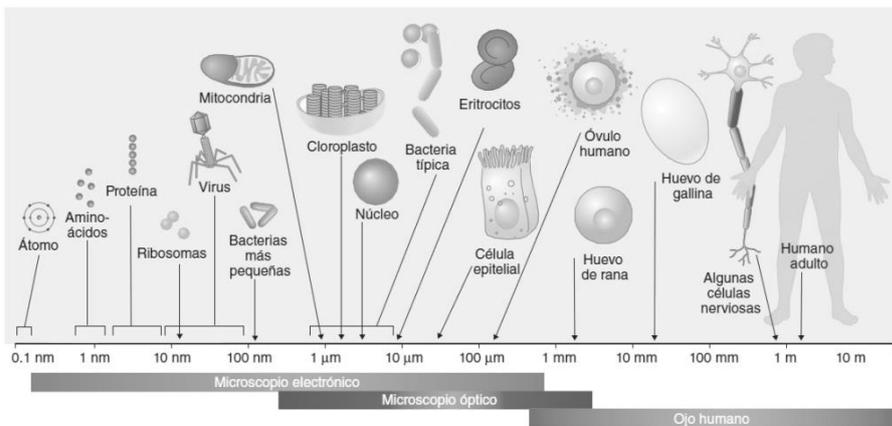


Figura 1: Escala logarítmica de las dimensiones microscópicas. Cada división principal representa un tamaño 10 veces menor que el precedente. Debajo se indican los límites de resolución del microscopio electrónico, del microscopio de luz y del ojo humano. Por encima están los tamaños de las estructuras consideradas.

El poder de resolución del microscopio óptico permite diferenciar puntos separados hasta 0,1 μm y el microscopio electrónico hasta 0,5 nm. En la Figura 1 se ejemplifican tamaños de distintas estructuras y los instrumentos ópticos necesarios para su visualización.

Equivalencias entre medidas de longitud (M=METRO)

$$1 \text{ CENTÍMETRO (CM)} = 10^{-2} \text{ M}$$

$$1 \text{ MILÍMETRO (MM)} = 10^{-3} \text{ M}$$

$$1 \text{ MICRÓMETRO } (\mu\text{M}) = 10^{-6} \text{ M}$$

$$1 \text{ NANÓMETRO (NM)} = 10^{-9} \text{ M}$$

$$1 \text{ AMSTRONG } (\text{Å}) = 10^{-10} \text{ M}$$

En la mayoría de los microscopios el material biológico es examinado por transparencia, es decir, que la luz debe atravesar parcialmente dicho material para formar imágenes. Para ello, es necesario que el material biológico (células o tejidos) se disponga en láminas delgadas sobre la superficie de un vidrio (**portaobjetos**), realizando lo que se conoce como **preparado**. Esto permite observar distintas estructuras celulares y determinar el tamaño, la disposición, y en algunos casos la movilidad de dichas estructuras.

Aunque la transparencia del preparado es una condición fundamental para la observación, la visualización de las estructuras celulares depende también del grado de contraste y nitidez de la imagen formada. Como las estructuras celulares en general presentan una alta transparencia a la luz visible muchas veces es necesario que además el material sea teñido previamente para aumentar su contraste. La tinción colorea ciertas estructuras, y se puede realizar sobre células vivas o fijadas (la fijación se realiza con ciertos compuestos químicos que "amarran" las estructuras biológicas en su lugar para evitar éstas se disocien).

Existen distintos tipos de preparados según:

- El modo de confección: aplastados, frotis o extendidos, láminas delgadas.
- El montaje: transitorios, semipermanentes o permanentes.

DESCRIPCIÓN DEL MICROSCOPIO ÓPTICO

El microscopio óptico compuesto consta de: (Fig. 2).

1. **Sistema óptico:** formado por los **objetivos**, que se hallan próximos al objeto a examinar, y los **oculares** que se encuentran próximos a los ojos del observador.
2. **Parte mecánica o estativo:** formada por el **pie** (soporte del microscopio), el **brazo**, la **platina** (placa horizontal que posee un orificio central), sobre la cual se coloca el preparado, el **tubo** sobre el que van montados el ocular en un extremo y el **revólver**, con los diferentes objetivos, en el otro extremo. La platina puede subir o bajar mediante la acción de dos tornillos, uno **macrométrico** y otro **micrométrico**.

3. **Sistema de iluminación:** puede estar incluido en el estativo o ser externo. En el microscopio óptico el sistema de iluminación está ubicado en la parte inferior del estativo, bajo la platina y consta de una **fuentes luminosa**, de un **diafragma** y de un **condensador**. El diafragma permite regular el diámetro del cono luminoso que penetra en el condensador y de tal manera aumentar o disminuir la intensidad de luz. Con el diafragma se regula el contraste y la definición de la imagen. El condensador permite proveer un cono de iluminación con el ángulo suficiente para cubrir la apertura del objetivo.

DETERMINACIÓN DEL AUMENTO TOTAL DE LA IMAGEN:

Para determinar el aumento total de la imagen se deben multiplicar los aumentos correspondientes al objetivo y al ocular. Por ejemplo: si el ocular tiene un aumento de 10x y el objetivo de 40x el aumento total es de 400x.

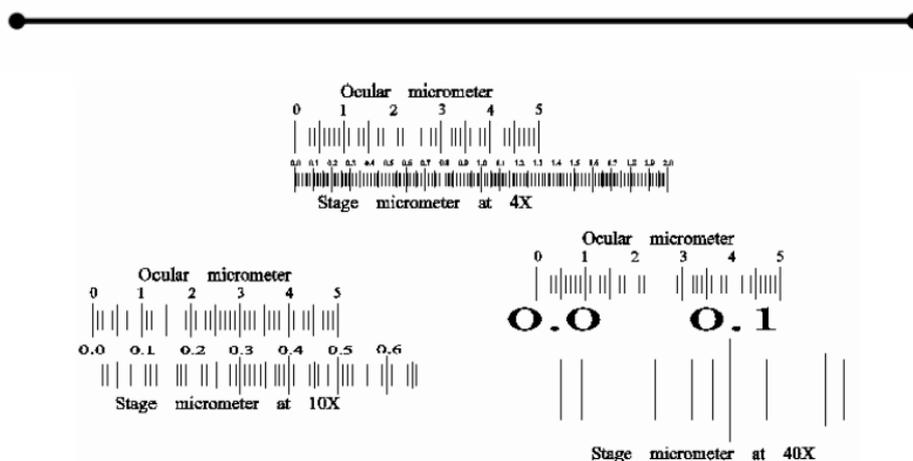
COMO DIMENSIONAR O MEDIR UN OBJETO:

El microscopio no sólo nos permite conocer y describir las formas de objetos y células, sino también medirlas.

El micrómetro ocular es un disco en el cual está impresa una regla que tiene 10 divisiones entre cada número.

Sobre la platina del microscopio puede colocarse un portaobjetos con una regla que mide en total 1 cm (10 mm), y tiene marcadas 100 divisiones, por lo tanto, la distancia entre las divisiones más pequeñas es de 0,1 mm o 100 µm.

Superposición de los micrómetros del ocular y del objetivo



Otra forma de medir un objeto:

Si no se dispone de un micrómetro es posible estimar el tamaño de los objetos microscópicos en observación si se conoce el diámetro del campo visual:

Se Coloca un trozo de papel milimetrado sobre el portaobjeto, se le agrega una gota de agua y se le coloca el cubreobjetos. Se deposita sobre la platina y se enfoca con el objetivo de menor aumento. Una vez enfocado se cuenta el número de cuadrículas observadas. Sabiendo que 1 mm equivale a 1000 μ m, por regla de tres podremos saber cuánto mide el diámetro del campo visual.

Con el dato anterior es posible determinar el diámetro del campo correspondiente al objetivo de mayor aumento; basta dividir el diámetro encontrado por la razón entre las magnificaciones del objetivo de mayor aumento y de menor aumento. Por ejemplo, si el aumento del objetivo de mayor significación es de 45x y el otro es de 15x la razón mencionada será $45/15 = 3$; ahora si el campo correspondiente al objetivo de menor aumento es de 1.500, el diámetro de campo para mayor aumento es $1.500/3 = 500$ micras.

Para estimar el tamaño de las células en estudio: Se coloca el preparado al microscopio para ser observado. Se estima cuántas células igualarían al diámetro del campo visual. Luego, se divide el dato obtenido anteriormente sobre el campo visual (por ejemplo, para un ocular de 10X el diámetro visual es 1500 μ m) por el número de células estimadas. De esta manera se tendrá la estimación del tamaño de células en micrones. Por ejemplo, si se considera que hay 8 células ubicadas entre ambos extremos del campo visual, para hacer la equivalencia del diámetro del campo de visión. Se divide 1.500 por 8, obtienes 187,5. Por consiguiente, el tamaño de cada célula es aproximadamente de 187,5 micrones.

NORMAS BÁSICAS PARA EL USO Y CUIDADO DEL MICROSCOPIO

Deben respetarse una serie de normas y cuidados para el uso y mantenimiento del microscopio, especialmente si se considera que el microscopio es un equipo de precisión, muy delicado y de precio elevado.

1. Para transportar el microscopio utilice las dos manos: sujételo por el brazo con una mano y sosténgalo por el pie con la palma de la otra mano.
2. Se debe sostener en posición vertical para evitar la caída de los oculares.
3. En la mayoría de los microscopios el brazo tiene que quedar hacia el observador. Debe apoyarse correctamente el aparato en el centro de la mesa.
4. El observador debe ubicarse de espaldas a cualquier foco potente de luz, ya que así se evitarán reflejos y podrá observar el preparado con mayor nitidez, reduciendo su fatiga visual.
5. Mueva en forma suave y lenta cualquier parte del microscopio que manipule.

6. Los mayores enemigos del microscopio son el polvo, la grasa, el aceite, la humedad y los golpes, que afectan tanto a la parte mecánica como a la óptica. La limpieza del microscopio debe hacerse con frecuencia y con mucho cuidado, principalmente en las partes más expuestas y delicadas como lo son la lente superior del ocular (sometida al polvo y a la grasa de las pestañas), y la lente frontal del objetivo. Utilice papel de óptica, o gamuzas para lentes y pinceles muy suaves para eliminar el polvo. Evite tocar las lentes con la yema de los dedos.
7. La parte inferior del portaobjetos debe estar completamente seca al situarlo sobre la platina.
8. Luego de utilizar el microscopio guárdelo, aislándolo del polvo, con una funda correspondiente.

PROCEDIMIENTO PARA ENFOCAR UN PREPARADO

- a) Limpie todas las lentes con papel de óptica.
- b) Coloque el objetivo de menor aumento en posición de observación (centrado sobre el sistema de iluminación), deberá escuchar un chasquido, que le indicará que quedó en la posición correcta.
- c) Conecte la fuente de luz y enciéndala.
- d) Separe completamente la platina del objetivo. Coloque el preparado (orientado con el cubreobjetos hacia el lado superior) sobre la platina del microscopio y asegúrela bajo las pinzas del mismo.
- e) Con los tornillos del Vernier centre el preparado sobre la abertura de la platina
- f) Observe por el costado del microscopio y accione lentamente el tornillo macrométrico para acercar el objetivo de menor aumento al preparado, sin llegar a tocarlo.
- g) Si el microscopio es binocular, ajuste la distancia entre los dos oculares a la distancia de sus ojos.
- h) Mirando por los oculares, realice el enfoque aproximado haciendo descender la platina (mediante el tornillo macrométrico) hasta hallar la imagen borrosa del objeto. Este enfoque debe realizarse siempre haciendo descender la platina para evitar tocar la lente frontal de los objetivos con el preparado.
- i) Realice el enfoque exacto mediante el tornillo micrométrico hasta obtener la imagen nítida.

RECUERDE LAS SIGUIENTES REGLAS AL DIBUJAR:

1. Los dibujos deben realizarse siempre en hojas lisas y con lápiz
2. Los dibujos deben tener un tamaño adecuado que permita comprender las estructuras u objetos observados, no deben ser ni demasiado pequeños ni demasiado grandes.
3. Los dibujos no se somborean.
4. Detalle el aumento que se utilizó al observar el material.

CICLO
DE INICIO
UNIVERSITARIO
2020

