



Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia

Universidad Nacional de San Luis

MÓDULO DE INGRESO

2024

- BIOLOGÍA -

AUTORES

Dra. Adriana Patricia Salinas.

Prof. Luciano Martin Perrotta.

Mag. María Angélica Gil.



“DNA is Everywhere: DNA Fingerprinting” de Hunter O'Reilly

Esta pintura ilustra el análisis del ADN de ciertas partes del cuerpo como el pelo, las uñas, la piel o la sangre que pueden ser usadas con fines identificatorios.

This painting illustrates how DNA analysis of parts of the body such as hair, nails, skin or blood can be used for identification purposes.

(https://www.newscientist.com/gallery/dn15106-colourful-biology-paintings/)

Índice

Objetivos 4

Programa del módulo 5

Introducción 6

UNIDAD I: La ciencia de la vida

Ciencia: características 7

Ciencia: metodología 9

Relación entre la ciencia y las universidades 13

Observando la historia de la biología y sus protagonistas 15

La ciencia no sólo la hacen los hombres … 17

Actividades 19

Bibliografía 19

UNIDAD II: La química de la vida

Elementos Químicos 20

Componentes Inorgánicos 24

El Agua 24

Compuestos Orgánicos 33

Moléculas biológicas 36

Carbohidratos 37

Lípidos 45

Proteínas 54

Ácidos Nucleicos 59

Actividades 64

Bibliografía 68

UNIDAD III: Características de la vida

Estudio de la VIDA 69

Organización 71

Estructura 74

Tipos de células 75

Metabolismo 76

Nutrición 80

Actividades 81

Reproducción 82

Formas de reproducción 82

Actividades 86

Crecimiento 86

Desarrollo 87

Actividades 89

Movimiento 89

Actividades 93

Irritabilidad 94

Homeostasis 97

Actividades 101

Adaptación 103

Actividades 105

Bibliografía 107

Glosario 108

Destinatarios

Este módulo se dicta para todas las personas que cursan las siguientes carreras de la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional de San Luis:

- Analista Químico.
- Farmacia.
- Ingeniería en Alimentos.
- Licenciatura en Química.
- Licenciatura en Biología Molecular.
- Licenciatura en Bioquímica.
- Licenciatura en Biotecnología.
- Licenciatura en Ciencias Biológicas.
- Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.
- Profesorado Universitario en Biología.
- Profesorado Universitario en Química.
- Técnico en Seguridad e Higiene del Trabajo.
- Técnico Universitario en Esterilización.
- Técnico Universitario en Laboratorio Biológico.

Objetivos generales del módulo

- Comprender el proceso de construcción del conocimiento de las Ciencias Biológicas.
- Conocer los principios unificadores en Biología.
- Identificar los elementos químicos que están presentes en los seres vivos y relacionarlos con la estructura y función de las biomoléculas inorgánicas y orgánicas.
- Estudiar las características de la vida y su importancia en los procesos biológicos.

Programa del módulo

UNIDAD I "La ciencia de la vida"

Ciencia: características y metodología. Relación entre ciencia y universidad. Historia de la Biología: principales hitos y protagonistas.

UNIDAD II "La química de la vida"

Elementos químicos: funciones en la materia viva. Compuestos inorgánicos: agua. Concepto de pH. Compuestos orgánicos: características y funciones de Carbohidratos, Lípidos, Proteínas y Ácidos Nucleicos.

UNIDAD III "Las características de la vida"

Organización específica: niveles de organización y propiedades emergentes. Metabolismo: anabolismo y catabolismo. Energía y ATP. Organismos autótrofos y heterótrofos. Reproducción: sexual y asexual. Crecimiento y desarrollo: procesos involucrados. Movimiento: diferentes tipos. Irritabilidad y homeostasis: estímulo, respuesta, sistemas de retroalimentación. Adaptación.

Introducción

Bienvenidos a la Biología, se es afortunado al estar estudiando biología hoy, en la que podemos considerar su "edad de oro". Nuevas ideas y descubrimientos han abierto fronteras en muchas áreas diferentes: biología celular, biología molecular, biotecnología, neurobiología, inmunología, biología del desarrollo, ecología, para mencionar algunas pocas.

La Biología es la ciencia de la vida (bios = vida y logos= tratado o estudio), por lo que ésta es la parte de la ciencia que se dedica al estudio de los seres vivos y todo lo que con ellos se relaciona. El campo de estudio de la Biología es muy extenso, y debido al constante avance de la ciencia, sus fronteras se desplazan cada vez más; así por ejemplo, anteriormente la Biología casi se restringía al estudio de las características morfo-fisiológicas de los seres vivos, pero a partir del nacimiento de la biología molecular, ahora conocemos las características químico-moleculares de la materia viva, y se han ido aclarando progresivamente algunos de los muchos interrogantes que aún persisten; basta mencionar el apasionante problema del origen de la vida en la Tierra (y las posibilidades de vida en otros planetas) o el conocimiento a nivel molecular de la genética, que está estrechamente ligado a la evolución biológica, a las relaciones de parentesco evolutivo, a la taxonomía etc.

El término *ciencia* proviene de un vocablo latino que significa "saber" o "conocer". La ciencia es una forma de pensar y un método para investigar de manera sistemática el mundo que nos rodea. La ciencia nos permite descubrir aún más acerca del mundo en que vivimos y ampliar nuestra apreciación del Universo.

La importancia del estudio de la biología reside en que los conocimientos biológicos tienen aplicación en numerosas actividades humanas:

- El funcionamiento de nuestro organismo
- El mecanismo de la reproducción.
- La forma de evitar enfermedades.
- La acción de las vacunas.
- El beneficio de practicar algún deporte.
- La importancia de la buena alimentación.
- El mecanismo de la herencia.
- El problema de la contaminación.

Los biólogos utilizan varias formas de investigación para explorar la vida. El motivador más importante para la mayoría de los Biólogos es la curiosidad. Las personas están fascinadas por la riqueza y la diversidad de la vida y desean aprender más acerca de los organismos y de cómo funcionan e interactúan entre sí.

No existe ninguna fórmula para que la investigación científica tenga éxito, ningún método científico único con un reglamento o libro de instrucciones que los investigadores deben seguir rígidamente. Como en toda búsqueda, la ciencia incluye elementos de desafío, junto a un planeamiento cuidadoso, razonamiento, creatividad, cooperación, paciencia y persistencia a sortear obstáculos.

UNIDAD I: La ciencia de la vida

"Uno de los fenómenos más característicos de la vida civilizada actual es el papel cada día más importante de la Ciencia y sus aplicaciones. Se ha dicho con razón que estamos en plena era científica. Porque en verdad la potencia, la riqueza y aún la independencia de un país dependen en gran parte de su desarrollo científico. Se puede medir la ilustración y clarividencia de los gobernantes, la potencia y el adelanto de un país o de una Universidad, así como el nivel y jerarquía de una nación en el mundo civilizado moderno, por el desarrollo que tienen la Ciencia y las actividades superiores del espíritu, por la importancia que acuerdan a la investigación científica fundamental, lo que realmente hacen para ayudarla y por el apoyo y respeto que dispensan a los hombres de ciencia auténticos."

Bernardo Alberto Houssay

CONTENIDOS

Ciencia: características y metodología. Relación entre ciencia y universidad. Historia de la Biología: principales hitos y protagonistas.

Ciencia: características

Ingresando a una carrera científica. ¿Qué es la ciencia?

Muchas veces en medios de comunicación o en la escuela hemos escuchado hablar de la *ciencia*, pero si nos pidieran definir qué es o de qué se trata, nos damos cuenta de que no es una tarea sencilla. Al indagar en las redes en busca de la definición podemos encontrarnos con muchas explicaciones, clasificaciones y definiciones (incluso algunas casi incomprensibles) que pueden terminar por hacernos creer que, la ciencia es sólo una cosa de expertos, aislados de la sociedad y de los problemas de la gente común. Sin embargo, la ciencia forma parte de nuestra vida cotidiana.

Pero entonces… ¿Qué tiene de especial la ciencia? ¿Quiénes la hacen? ¿Está o no relacionada con el contexto social, político e histórico en el que se produce un conocimiento? ¿Está relacionada con la cultura y la tecnología?.. ¿se te ocurren más preguntas? Como nuestro curso es breve, sólo podremos abordar algunas de estas preguntas pero intentaremos hacerlo de un modo claro.

Veamos una definición del diccionario:

> *Ciencia: conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales con capacidad predictiva y comprobables experimentalmente. (https://dle.rae.es/ciencia).*

Es ampliamente aceptado en nuestros días que la llamada revolución científica de los siglos XVI y XVII, de la mano de Galileo, Descartes y Newton, constituyó el verdadero comienzo de lo que hoy se llama ciencia (Mayr, 2006). Si bien el término "ciencia" fue acuñado por primera vez en 1840 por Whewell, las actividades que ésta comprendía, podían ser entendidas de diversas maneras.

Hoy en día, la ciencia goza de un prestigio que parece permanente, pero su significado varía con el tiempo y el territorio donde se ubique. Nuevas materias académicas emergen, se fusionan y desaparecen, en un proceso continuo. La ciencia laica (no religiosa) profesionalizada nació hace sólo un par de siglos, aunque a menudo se describen de forma incorrecta como científicas otras prácticas anteriores (Fig.1).



Fig.1. A pesar de que la alquimia se desestima a menudo como una ridiculez supersticiosa, sus instrumentos y técnicas fueron cruciales para el desarrollo de la química. La imagen muestra *El alquimista*, del pintor flamenco Mattheus von Helmont (1623-1679). / Chemical Heritage Foundation.

Además de estar divorciada de la teología, la ciencia está ahora muy matematizada, pero en siglos anteriores había una distinción fundamental entre los filósofos naturales, que buscaban explicaciones del universo que había sido creado por Dios, y los matemáticos, que estaban interesados en la elaboración de modelos para describirlo de manera eficaz, sin importar si representaban la realidad. En la Edad Media, la divinidad se tenía por «reina de las ciencias» y poca gente instruida hubiera creído que la visión aristotélica cristianizada iba a desaparecer, o que los monasterios serían reemplazados como sedes del conocimiento por las universidades estatales. Del mismo modo, no puede existir ninguna certeza de que la ciencia en su forma actual esté aquí para quedarse.

Aunque muchas disciplinas científicas modernas parecen continuar actividades anteriores, no se podría calificar como ciencia a sus antecedentes. La geología, por ejemplo, se desarrolló a principios del siglo XIX a partir de raíces no científicas que incluían la excavación de canales y la construcción de terraplenes para el ferrocarril, el esbozo de mapas militares y la minería de metales nobles (oro, plata y cobre). Del mismo modo, la acumulación de experiencias cotidianas de campesinos y marinos contribuyó a crear la meteorología. Otro ejemplo es la alquimia, una antigua disciplina practicada desde la antigüedad hasta el siglo XVIII, cuando fue desplazada por el surgimiento de la química. Su práctica fue común en vastos territorios como las antiguas Mesopotamia, Egipto, Persia, India, China, Grecia, Roma, en el Imperio Islámico (632-750 a.C.) y en la Europa medieval. Entre los intereses de la alquimia figuraban los de las ciencias naturales actuales tales como la química, la metalurgia, la física y la medicina, pero también el misticismo y el arte. Era un objetivo común de la alquimia transformar elementos innobles en metales preciosos, como

el oro. En la Europa cristiana medieval era considerada fuente de saberes ocultos, brujería y cabalismo.

Las ciencias denominadas “duras” o formales a menudo se distinguen de otros dominios de la cultura humana por su naturaleza progresiva, es decir, en el crecimiento acumulativo del conocimiento logrado por su apoyo en conocimientos previos y en el descarte de afirmaciones erradas en contraste con el arte, la religión, la filosofía, la moral y la política, cuya evolución está signada por otros parámetros más consolidados.

Según Popper (filósofo de la ciencia), se considera el progreso científico, no como la acumulación de observaciones, sino como "el repetido derrocamiento de teorías científicas y su reemplazo por otras mejores o más satisfactorias", lo dicho anteriormente resalta el carácter permanentemente revolucionario de la ciencia. Tal derrocamiento no aparece de repente, sino gracias a los esfuerzos de los científicos por diseñar experimentos y observaciones interesantes con el fin de ensayar o corroborar las teorías, especialmente las teorías nuevas.

La clasificación de ciencias duras o exactas como la lógica y la matemática, resulta en contraposición de las ciencias “blandas” o sociales como la psicología, el derecho y la antropología, entre otras. Las ciencias naturales se ubican entre ambas, tienen por objeto de estudio, el conocimiento de la naturaleza y entre ellas encontramos a la astronomía, Biología, Física, Geología, Química y otras.(Fig. 2).



Fig. 2 Museo de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de La Plata, ciudad de La Plata, Buenos Aires. Conserva, estudia y exhibe importantes colecciones vinculadas con las ciencias naturales donde se destaca la Paleontología y restos fósiles y las salas dedicadas a la Zoología, Entomología (insectos) y Botánica entre otras.

Ciencia: metodología

Método significa, etimológicamente, camino para llegar a un lugar determinado. En general, se puede decir entonces que el método es el orden que se adopta en cualquier actividad para llegar a un fin u obtener un resultado determinado.

Desde el punto de vista del conocimiento científico, el método es el camino que se ha de seguir para avanzar en el estudio del objeto científico que se trate. El método tiene por efecto disciplinar el espíritu, excluir de sus investigaciones al capricho y la casualidad, direccionar el esfuerzo a las exigencias del objeto y determinar los medios de investigación y el orden de éste. Constituye un factor de seguridad para administrar el tiempo y los recursos tanto humanos como económicos.

Precisamente, el método permite abordar y plantear bien, o mejor, los problemas que se presentan a todo investigador para brindarles la mejor respuesta o solución posible. Hay métodos peculiares para cada rama del saber y para cada uno de los momentos en que el saber se constituye.

La investigación en biología ha permitido la aplicación del conocimiento en numerosas actividades humanas tales como:

- El funcionamiento de nuestro organismo.
- Los mecanismos de la reproducción.
- Las formas de evitar enfermedades.
- La producción de alimentos.
- Los beneficios de los hábitos saludables (alimentación y deporte, entre otros).
- Los mecanismos de la herencia.
- Los problemas de la contaminación.

Los biólogos utilizan varias formas de investigación para explorar la vida. El motivador más importante es la curiosidad. No existe ninguna fórmula para que la investigación científica tenga éxito, ningún método científico único con un reglamento o libro de instrucciones que los investigadores deben seguir rígidamente. Como en toda búsqueda, la ciencia incluye elementos de desafío, junto a un planeamiento cuidadoso, razonamiento, creatividad, cooperación, paciencia y persistencia a sortear obstáculos. (Fig. 3).



Fig.3. El esquema muestra los pasos y relaciones entre las distintas etapas de la metodología científica más comúnmente empleada en las ciencias naturales y un ejemplo de la vida real.

La Biología mezcla dos procesos esenciales en la investigación científica:

- La *ciencia del descubrimiento* consiste, en su mayor parte, en la descripción de la naturaleza.
- La *ciencia basada en hipótesis* intenta, en general, la explicación de la naturaleza.

La *ciencia del descubrimiento*, a veces llamada ciencia descriptiva, describe las estructuras y los procesos de la naturaleza con la mayor exactitud posible por medio de la **observación** cuidadosa y el análisis de los datos. La observación es el uso de los sentidos para recopilar información, tanto directa como indirectamente, con la ayuda de herramientas como microscopios, que potencian nuestros sentidos. La información registrada de las observaciones se denomina **datos**. Erróneamente para mucha gente, el término dato significa números, pero algunos datos obtenidos de las observaciones son **cualitativos**, como por ejemplo aquellos relacionados con la conducta animal registrados en fotografías, películas. Existen también los datos

cuantitativos que por lo general, se registran como medidas y se organizan en tablas y gráficos.

La *ciencia basada en hipótesis*, las observaciones y las inducciones de la ciencia del descubrimiento estimulan a la búsqueda de las causas y las explicaciones naturales de estas observaciones. En ciencia a preguntas tales como, ¿Cuál es la causa de que las raíces de una planta con semillas crezcan hacia abajo y las hojas que contienen los brotes crezcan hacia arriba? ¿Qué propiedades del agua hacen de ésta un componente esencial para la vida? le corresponde una respuesta posible, una explicación que hay que verificar a la que se denomina **Hipótesis**.

Una hipótesis es una respuesta tentativa, una suposición razonable y que se caracteriza por lo siguiente:

- Está basada en experiencias pasadas y en los datos disponibles de la ciencia del descubrimiento.
- Debe ser comprobable, esto es, debe generar predicciones definidas.
- Debe ser falsible, lo cual significa que debe existir alguna observación o experimento que demuestre su falsedad.

Para ser útil, la hipótesis debe conducir a predicciones, que por lo general se expresa como un enunciado de la forma "*Si... entonces*". Las **predicciones** son consecuencias lógicas de las hipótesis, que permiten poner a prueba y verificar la validez de ellas.

La predicción es susceptible de probarse con observaciones cuidadosamente controladas llamadas **experimentos**.

Veamos el siguiente ejemplo:

En el laboratorio de Biología criamos guppys (*Poecilia reticulata*) (Fig. 4) para embellecer nuestro ambiente de trabajo. Tenemos dos peceras para este propósito. Mientras en una de las peceras los guppys gozaban de buena salud cerca de la puerta, en la otra pecera cerca del calefactor, observamos un aletargamiento (lentitud) en los movimientos natatorios de algunos peces. Esto se agravó al grado de que los guppys comenzaron a morir. ¿Cuál era la causa de muerte de los guppys? Ésta fue nuestra primera pregunta, la cual fue seguida por varias hipótesis.



Fig.4. Guppys, Lebistes *(Poecilia reticulata)*. Hembra y macho de la especie

Hipótesis 1: Los guppys se están envenenando con algún producto químico que fue añadido al agua.

Hipótesis 2: La pecera está muy cerca de una estufa del laboratorio (a un metro de distancia).

Las predicciones planteadas son las siguientes:

Para la hipótesis 1: *Si* se encuentran productos químicos que contaminan el agua de las peceras, *entonces* la causa de la mortalidad de los guppys será por la presencia de contaminantes.

Para la hipótesis 2: *Si* las peceras se encuentran muy próximas a una estafa, *entonces* el calor excesivo podría estar matándolos.

Siguiendo la primera predicción decidimos llevar a cabo un experimento controlado.Definimos *pecera saludable* a la cual los peces no se aletargan, ni mueren.

- Grupo 1: grupo control. Se colocaron 10 guppys en la "pecera saludable".
- Grupo 2: grupo experimental. Se colocaron otro grupo de 10 guppys en la "pecera no saludable".

Definimos *pecera saludable* a la cual los peces no se aletargan, ni mueren.

Mantuvimos las mismas condiciones ambientales para ambos grupos, es decir, colocamos ambas peceras a 5 metros de cualquier fuente de calor. Así, la única variable es la composición del agua en las peceras.

Después de 48 horas, el grupo experimental (los peces en el acuario no saludable) comenzó a presentar movimientos letárgicos.

El siguiente experimento controlado fue determinar la presencia de contaminantes en ambos grupos.

Los **resultados** revelaron que no había sustancias tóxicas en el agua de las peceras. Las diferencias en la composición química entre las muestras de agua, de una y otra peceras, no fueron significativas. Por lo tanto, la primera hipótesis se rechazó parcialmente (siempre persiste cierto grado de incertidumbre debido a varios factores concernientes a los procesos analíticos).

Finalmente, decidimos probar la segunda predicción. Tomamos de la pecera saludable guppys que dividimos en dos grupos, que fueron colocados en peceras distintas y con la misma calidad de agua (ya analizada).

Una pecera fue colocada a un metro de la fuente de calor (estufa del laboratorio) y la otra se dejó a cinco metros de distancia.

Al inicio del experimento se tomaron las temperaturas de ambas peceras, dando por resultado en ambas 24 grados centígrados. La temperatura fue verificada a las 48 hs. El agua en la pecera no saludable era 4.7 °C más caliente que el agua de la pecera saludable. Entonces, esta podría ser la causa.

Para verificarlo, colocamos la pecera no saludable a una distancia de cinco metros de la estufa, con respecto a la posición original. Desde entonces nuestros guppys no mueren por "causa desconocida"; por lo menos, no hasta ahora.

A partir del análisis de los resultados de los experimentos se formuló la siguiente conclusión

Conclusión: el aumento de temperatura en el agua causa la muerte de los peces.

Sin embargo, aunque la hipótesis 2 continúa siendo la explicación más probable, observe que la prueba que sostiene esta hipótesis no lo hace porque confirma que es correcta, sino porque no la elimina mediante una refutación. A pesar de una gran cantidad de pruebas experimentales, ninguna puede comprobar una hipótesis sin dejar una sombra de duda porque es imposible agotar las pruebas de todas las hipótesis alternativas.

Una hipótesis adquiere credibilidad porque sobrevive a muchos intentos de refutar y puede llegar a convertirse en teoría. Por lo tanto una **teoría** se establece sólo cuando una hipótesis ha sido sustentada por resultados consistentes de muchos experimentos y observaciones.

Una teoría que con el paso del tiempo, ha generado predicciones válidas de uniformidad invariable, y que por lo tanto es de aceptación casi universal es una **ley**, como por ejemplo, la ley de la gravedad, las leyes de Mendel, entre otras.

Relación entre la ciencia y las universidades.

La idea, hoy común, de que las universidades deberían ser centro de enseñanza e investigación a la vez, es relativamente reciente. Esta concepción nació en las universidades germanas durante la primera mitad del siglo XVIII. La Universidad de Göttingen, inaugurada en 1737, fue el primer modelo reconocible de lo que son nuestras universidades actuales, en cuanto a la síntesis entre docencia y generación de nuevo conocimiento. Orientada a la búsqueda de conocimiento puro, donde la enseñanza se entendía como resultado y corolario de la investigación. Hoy, la función social de las universidades está cambiando de manera cada vez más generalizada. Algunas de ellas se convirtieron en universidades de investigación, que acumulan no sólo grandes capitales de conocimiento, sino capacidades de investigación: en la formación de infraestructura, en las condiciones institucionales y en la madurez de sus grupos de investigación (Arechavala Vargas & Díaz Pérez, 1996). Sin embargo, la estructura básica de la Universidad oscila entre la formación profesional y la investigación.

Dada la rapidez de los cambios impulsada por el advenimiento de las computadoras personales y, particularmente de la internet, hoy corresponde plantearse un nuevo concepto de Universidad que debe llenar necesidades sociales, sus requerimientos y prever cuál es su función, incluso antes de que el cambio lo requiera. Deberían utilizarse estas nuevas herramientas para colaborar con el rediseño de la enseñanza, acompañar el progreso y acelerar el traspaso del conocimiento a la sociedad productiva de bienes y servicios.

Para ello la Universidad debería cumplir tres papeles fundamentales:

1) Albergar núcleos de científicos ávidos de compartir su conocimiento con los estudiantes.

2) Impartir enseñanza con estructuras más abiertas que las actuales, programas flexibles de las carreras y con rápidos mecanismos de adaptación a los

requerimientos de los cambios laborales y de mercado y las necesidades de las sociedades.

3) Incrementar la velocidad de traslación del progreso científico al campo tecnológico y al mercado.

Es llamativo como estos mismos puntos, especialmente el primero y el tercero, ponen de manifiesto la necesidad de sólidos fundamentos de ciencia básica, que desarrolle nuevos conocimientos, que a su vez formen nuevas generaciones de científicos consolidados en la Universidad.

Por cierto, la *ciencia básica* describe al conocimiento aséptico, sin ningún tinte político, ni social y no importando lo que deriva de él. Esta forma de ver la ciencia representa a los científicos como "seres cuya única ambición es alcanzar la verdad y hacer avanzar la frontera del conocimiento" (Andrini y Liaudat, 2019). En cambio la *ciencia aplicada* es aquella que avanza en dirección de resolver problemas concretos.

Particularmente nuestra Universidad, en su estatuto, pone de relieve los conceptos de enseñanza, sistema educativo, cultura y conocimiento científico. Te invitamos a leer los primeros artículos del estatuto universitario de la UNSL, que a continuación se presentan.

ESTATUTO UNIVERSITARIO

Título I - Fines y Funciones

ARTÍCULO 1.- La Universidad Nacional de San Luis tiene por fines principales:

a) Formar recursos humanos capacitados para la aplicación del conocimiento en el mejoramiento de las condiciones de vida de la sociedad y consustanciados con la obligación que se adquiere, junto con el saber, para con el Pueblo de su Nación.

b) Desarrollar el conocimiento científico y técnico con vistas a aumentar la comprensión del Universo y la ubicación del Hombre en el mismo.

c) Difundir el conocimiento y todo tipo de cultura y participar activamente en la comunidad propendiendo a la formación de una opinión pública esclarecida y comprometida con el sistema de vida republicano y democrático.

ARTÍCULO 2.- Serán funciones de la Universidad todas aquellas que sirvan al cumplimiento de sus fines. Entre ellas:

a) Impartir enseñanza superior correspondiente a las carreras de larga duración y de post-grado, cuidando de garantizar la educación y el perfeccionamiento permanente de sus destinatarios.

b) Impartir todo otro tipo de enseñanza superior, de acuerdo con las necesidades del medio y en complementación con el resto del sistema educativo, brindando especializaciones con salida laboral.

c) Actuar sobre el sistema educativo proponiendo modelos de enseñanza para los niveles primario y medio.

d) Promover y desarrollar la investigación científica y tecnológica, tanto la investigación pura cuanto la orientada a ser aplicada en la solución de concretas necesidades que tenga el país.

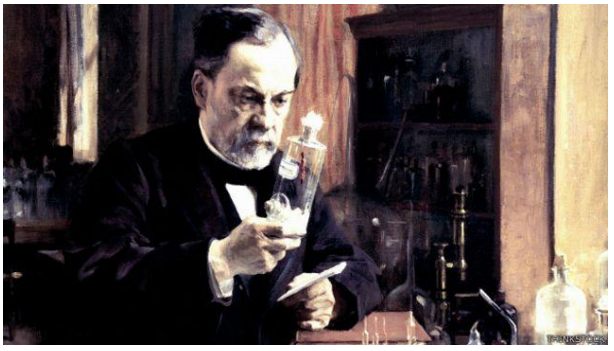
e) Promover y desarrollar la cultura autóctona, popular, nacional y universal en el marco de las peculiaridades regionales.

Observando la historia de la biología y sus protagonistas

El surgimiento del estudio de la vida tiene sus orígenes en la Antigua Grecia, de la mano de Aristóteles (384 a.C.- 322 a.C.), quien es considerado el primer naturalista. Desde entonces, y por muchos siglos, las investigaciones continuaron adquiriendo paulatinamente su estatus científico.

Hacer una recopilación detallada nos llevaría unas miles de páginas, por lo que en esta sección recordaremos sólo algunos nombres y sus aportes.

Louis Pasteur (1822-1895)



El aporte realizado por Pasteur ayudó a salvar gran cantidad de vidas al investigar técnicas, para preservar los alimentos, de la degradación producida por los gérmenes. La pasteurización es una técnica denominada así en su honor, que consiste en destruir el mayor número posible de microorganismos en alimentos. Estuvo a la vanguardia de una nueva rama de la ciencia: la microbiología.

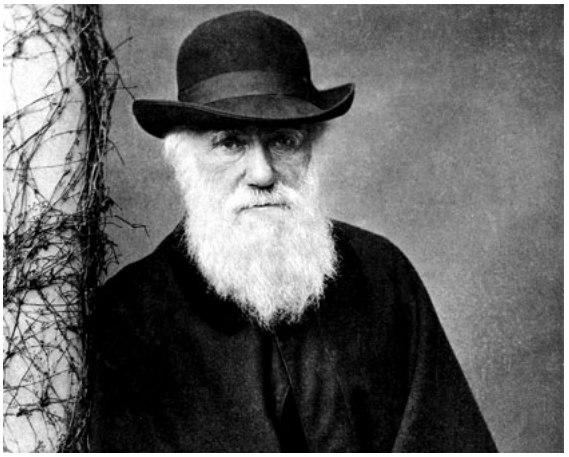


Gregor Mendel (1822-1884)

Fue maestro, científico, matemático y un hombre de fe al punto de desempeñarse como monje augustino. Realizó uno de los descubrimientos más importantes de la ciencia de la biología, la herencia. Su trabajo, sin embargo, no fue valorado hasta mediados del siglo XX.

Mediante un sistema simple desarrolló un famoso experimento que explicaría cómo se transmiten los rasgos de generación en generación. Todo esto lo logró sin tener conocimiento de la existencia de los genes.

Charles Darwin (1809 -1882)



Naturalista británico que postuló la "Teoría de la evolución biológica por selección natural". A partir de la cual propuso que las especies evolucionan a lo largo del tiempo, dando lugar a nuevas especies que comparten un ancestro común. Esta idea contemplaba el mecanismo de la selección natural.

Debido a que los recursos son limitados en la naturaleza, los organismos con rasgos heredables que favorezcan la supervivencia y la reproducción, tenderán a dejar una mayor descendencia que sus pares, lo que hace que la frecuencia de esas características aumente a lo largo de varias generaciones.

La selección natural hace que las poblaciones (no los individuos) se adapten o se vuelvan cada vez más adecuadas a su entorno con el paso del tiempo.

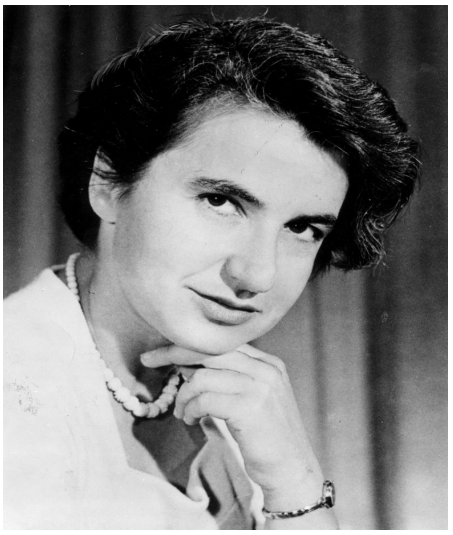
César Milstein (1927-2002)



En 1984 Milstein fue galardonado con el Premio Nobel de Medicina, compartido con sus compañeros George Köhler y Niels Jerne, por sus trabajos sobre inmunología y anticuerpos monoclonales. Así, se convertiría en el quinto argentino en recibir un premio Nobel, luego de Carlos Saavedra, Bernardo Houssay, Luis Leloir y Adolfo Pérez Esquivel.

La ciencia no sólo la hacen los hombres …

Rosalind Franklin (1920-1958)



En 1941, se gradúa en química y física. Aprendió la técnica de difracción de Rayos X en la que se convertiría en una experta a nivel mundial y aplicaría, pocos años más tarde, a la molécula del ADN. Su trabajo permitió a Watson y Crick publicar la estructura del ADN en la revista Nature, solo un par de meses después de ver la fotografía de Rosalind. Su trabajo nunca fue reconocido oficialmente por el poco prestigio que se les otorgaba a la mayoría de las mujeres de ciencia.



Lynn Margulis
(1938-2011)

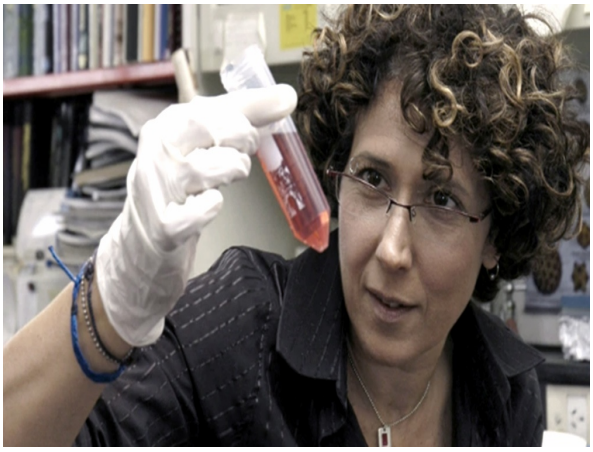
Se la considera una de las principales figuras dentro del campo de la evolución biológica. Es autora de la teoría de la endosimbiosis seriada que describe el origen de las células eucariotas como una consecuencia de sucesivas incorporaciones de diferentes células procariotas *que se comportaron como simbiontes.*

Irene Bernasconi (1896-1989)



Bióloga marina argentina especializada en equinodermos (un grupo que incluye a las estrellas y erizos de mar). Describió muchísimas especies nuevas e hizo las primeras observaciones de estrellas en el Mar Argentino. Por eso una especie de estrella marina se llama *Bernasconiaster pipi* en su honor. A los 72 años en 1968 fue una de las cuatro primeras científicas argentinas que realizaron una campaña en la Antártida.

Andrea Gamarnik (1964 -)



Es una viróloga argentina, que realizó investigaciones relacionadas con el VIH, la hepatitis B, y el virus del dengue. Fue la primera mujer argentina en formar parte de la Academia Estadounidense de Microbiología.

Ganó premios internacionales por sus avances para comprender el virus del dengue. En el 2021 desarrolló, junto con su equipo el primer kit serológico nacional para testeo rápido de COVID-19.

Las mujeres han ganado muchos espacios en el medio científico. En Argentina, esto ha sido especialmente significativo. En 2015, nuestro país llegó a tener un 52 por ciento de investigadoras mujeres, en contraste con el 30 por ciento que se observaba a nivel mundial.

(https://www.conicet.gov.ar/ser-mujeres-en-la-ciencia/)

Actividades

1.¿Qué ciencias nuevas crees que tienen objetos de estudio parecidos a antiguas disciplinas precientíficas? Enumera dando ejemplos y justificando tu elección.

2. Basándose en el esquema de la fig. 3 (pág.7) defina cada uno de los pasos que componen al método científico.

3. De acuerdo a la lectura del estatuto de la UNSL, ¿qué relación puedes encontrar entre la ciencia y la universidad?

4. ¿Por qué elegiste tu carrera?

5. ¿Sabías cual es la función de las universidades en la sociedad?

6. ¿Qué separa al conocimiento científico de otro tipo de conocimiento como el artístico o el religioso?

7. Investiga acerca de los aportes a la ciencia que le merecieron a Bernardo Houssay y a Luis Federico Leloir el Premio Nobel.

Bibliografía

- Bermudez, Gonzalo M.A. (2015). *Los orígenes de la Biología como ciencia. El impacto de las teorías de evolución y las problemáticas asociadas a su enseñanza y aprendizaje*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 12, núm. 1, enero-abril, 2015, pp. 66-90. Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia: EUREKA. Cádiz, España.
- Grajales, Amós A., N. Negri. (2017). *Introducción al Pensamiento Científico*. 1a ed. La Plata Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Jurídicas.
- Mujeres en la ciencia (consultado 16/9/2021).
  https://www.conicet.gov.ar/ser-mujeres-en-la-ciencia/
- R.A.E. (consultado 15/9/2021). https://dle.rae.es/ciencia
- Universidad de Valencia. ¿Qué es la ciencia? Confusiones de una historiadora (consultado 15/9/2021).
  https://metode.es/revistas-metode/monograficos/que-es-la-ciencia.html?__cf_chl_managed_tk__=pmd_EmMkDK.PGHlQwOsjbsu3Yhuv.0N2rCQ.JVkp1EKdaAo-1632924786-0-gqNtZGzNAuWjcnBszRE9
- Imágenes (Consultadas 17/9/2021)
  Louis Pasteur
  https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/08/150707_iwonder_louis_pasteur_guerra_contra_germenes_finde_dv
  Charles Darwin
  https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/natural-selection/natural-selection-ap/a/darwin-evolution-natural-selection
  Rosalind Franklin
  https://mujeresconciencia.com/2014/05/09/el-caso-de-rosalind-franklin/
  Lynn Margulis
  https://mujeresconciencia.com/2015/03/05/lynn-margulis-biologa/
  Irene Bernasconi
  https://www.telam.com.ar/notas/202010/523809-algunos-nombres-de-las-mujeres-de-ciencia-en-la-argentina.html

UNIDAD II: La química de la vida

«El cloro es un gas venenoso mortal empleado en los campos de batalla europeos en la Primera Guerra Mundial. El sodio es un metal corrosivo que arde en contacto con el agua. Juntos forman un material plácido y no venenoso, la sal de mesa. Por qué cada una de estas sustancias tiene las propiedades que tiene, es un tema llamado química».

Carl Sagan.

CONTENIDOS

Elementos químicos: funciones en la materia viva. Compuestos inorgánicos: agua. Concepto de pH. Compuestos orgánicos: características y funciones de Carbohidratos, Lípidos, Proteínas y Ácidos Nucleicos.

Elementos Químicos

Funciones en la materia viva

Los elementos son sustancias que no se pueden separar en otras más sencillas mediante reacciones químicas. La materia del Universo se forma de 118 elementos naturales, que van desde el hidrógeno (H), que es el más ligero, hasta el uranio (U), el más pesado. Sólo cuatro elementos: oxígeno (O), carbono (C), hidrógeno y nitrógeno (N), constituyen más del 96% de la masa de la mayoría de los organismos. Otros, como calcio (Ca), fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg), yodo (Y) y cobre (Cu) también están presentes, aunque en menores cantidades.

Los elementos químicos circulan entre los organismos vivos y su entorno inanimado.

Los científicos han asignado a cada elemento un **símbolo químico**, que por lo general corresponde a la primera letra o las dos primeras letras del nombre en español o latín del elemento. Por ejemplo, O es el símbolo del oxígeno; C, del carbono; H, del hidrógeno; N, del nitrógeno, y Na, del sodio (cuyo nombre en latín es *natrium*).

El análisis químico de la materia viva pone de manifiesto que en su composición se encuentran una serie de elementos químicos denominados biogénicos (elementos químicos que forman parte de la materia viva, generalmente se hallan formando combinaciones inorgánicas u orgánicas, rara vez se los encuentra como elementos). Se distribuyen en 3 grupos de acuerdo a su porcentaje (Fig. 1):

GRUPO I: (primarios o macroelementos) 96% de la materia viva C, H, O, N, P, S.

GRUPO II: (secundarios o microelementos). 3% de la materia viva Na, K, Cl, Ca, Mg.

GRUPO III: (oligoelementos o elementos traza) 1% de la materia viva, Fe, Cu, Mn, Zn, Mo, B, V, Si, Co, I.

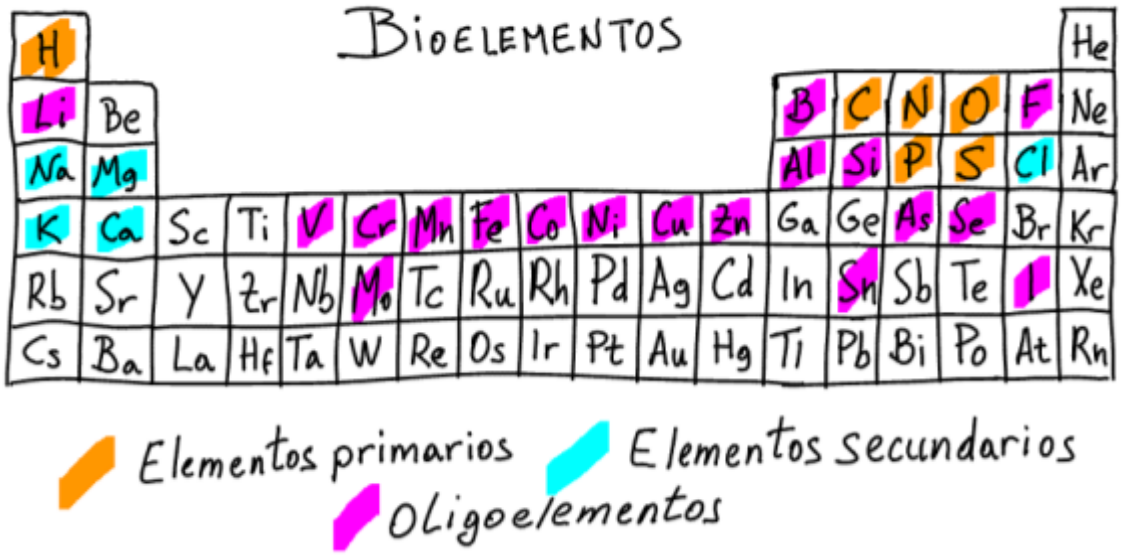


Fig.1. Ubicación de los elementos biogénicos de acuerdo a sus características químicas en una representación de la tabla periódica de los elementos.

Grupo I

Estos elementos presentan dos propiedades muy importantes:

- *Peso atómico bajo*. Esta cualidad les permite formar combinaciones complejas pero a la vez inestables, lo que resulta muy favorable por el continuo construir y destruir de materia a lo que se ven sometidos los seres vivientes por su metabolismo. Además por tener peso atómico bajo son muy solubles en agua, favoreciendo su incorporación y eliminación en los seres vivos.
- *Abundan en las capas más externas de la tierra*. Los seres vivos pueden formar estructuras y realizar sus funciones metabólicas a partir de elementos simples, por ejemplo el dióxido de carbono (CO_2). Estos son abundantes en la naturaleza, por lo tanto están disponibles fácilmente para su adquisición. Los elementos de este grupo son indispensables para la construcción de las moléculas de la materia viva como los hidratos de carbono, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos.

CARBONO

El *carbono* proviene fundamentalmente del CO_2 (dióxido de carbono) de la atmósfera. Posee la propiedad de combinarse consigo mismo, formando cadenas, ramificaciones, ciclos, etc. Interviene en la formación de moléculas orgánicas que al degradarse aportan energía.

HIDRÓGENO

Presente en la mayoría de los compuestos orgánicos. Componente del agua.

OXÍGENO

Actúa en la respiración celular. Tiene función estructural al igual que el hidrógeno y el carbono.

NITRÓGENO

Es el constituyente estructural de las proteínas. Forma parte de las bases nitrogenadas de los ácidos nucleicos. Su forma inorgánica (NO_3 -nitratos-) es aprovechada por las plantas.

FÓSFORO

Interviene en la constitución del tejido óseo. Participa en el fenómeno de transferencia de energía como *Adenosin Trifosfato* (ATP). Forma parte de ácidos nucleicos y de los fosfolípidos de membrana.

AZUFRE

Forma parte de moléculas orgánicas, como por ejemplo las proteínas. Es el olor desagradable que se siente cuando hay huevo podrido.

Grupo II

Algunas de las funciones de los elementos de este grupo son:

SODIO

Es el catión extracelular más importante. Interviene en la generación de potenciales de membrana y también como co-factor de algunas enzimas.

POTASIO

Es el principal catión que se encuentra en el interior de la célula. Interviene en la generación de potenciales de membrana, conjuntamente con el sodio, y también como co-factor de algunas enzimas. En las plantas, controla la abertura de los estomas.

CLORO

Es el anión extracelular más importante. Participa en la regulación de la presión osmótica celular.

CALCIO

Es otro de los cationes extracelulares importantes. Es el componente estructural de huesos y dientes, interviene en la coagulación sanguínea, en la contracción muscular y actúa como co-factor. Se encuentra presente en la pared celular.

MAGNESIO

Participa como co-factor de algunas enzimas. Forma parte de la molécula de clorofila.

Grupo III

Algunas de las funciones de los elementos de este grupo son:

HIERRO

Es un constituyente de la hemoglobina, la proteína de los glóbulos rojos. Forma parte de la molécula de ferritina, que es una forma de almacenamiento de hierro, en hígado, bazo y médula ósea.

COBRE

Interviene en la absorción del hierro intestinal. Actúa como co-factor enzimático.

COBALTO

Interviene como constituyente de la vitamina B_{12}.

YODO

Forma parte de las hormonas tiroideas.

Los procesos biológicos de los organismos vivos dependen de las interacciones de los átomos, moléculas y compuestos que constituyen los tejidos vivos y el entorno en el que se desarrolla la vida (Fig.2).

Uno de estos compuestos, como el agua, forma parte de la biosfera (75%) y de las células vivas (75%). El agua es el material primario en el citoplasma de la célula y en la sangre; ella permite el transporte de materiales en los organismos unicelulares y multicelulares respectivamente. El agua es el donante de hidrógeno en los intercambios de energía que tienen lugar en la fotosíntesis y en la respiración celular.

Esta es una conclusión que esperamos que cada uno de nosotros interprete ya que cada actividad que sustenta la vida en el planeta, tiene lugar sólo debido a las propiedades químicas de los átomos, moléculas y compuestos involucrados.



Fig. 2. Relación entre las moléculas y los seres vivos.

Los componentes químicos de la célula se clasifican en *inorgánicos* (agua y minerales) y *orgánicos* (hidratos de carbono, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos).

Del total de los componentes de las células un 75% a 85% es *agua*; entre el 2% y el 3% son *sales inorgánicas*, y el resto son compuestos orgánicos derivados de átomos de carbono, los cuales representan las moléculas de la vida.

Numerosas estructuras celulares están formadas por moléculas muy grandes, denominadas *macromoléculas*. Algunas de ellas, también llamadas *polímeros*, poseen unidades repetidas (*monómeros*), que se enlazan por medio de uniones covalentes.

Componentes Inorgánicos

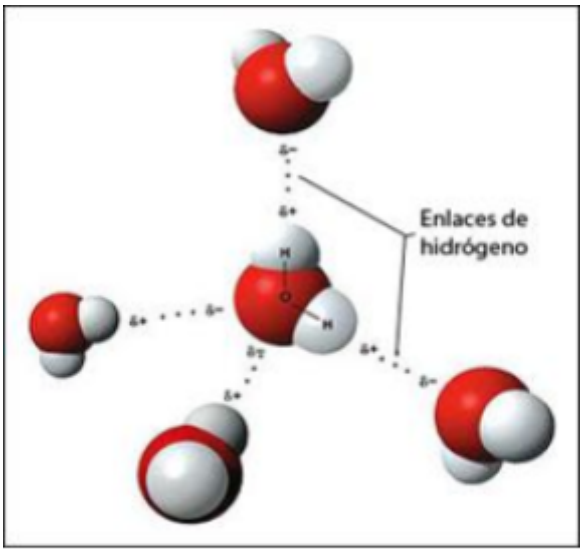
El Agua

Gran parte de la masa de la mayoría de los organismos consiste en agua. En los tejidos humanos, el porcentaje de ésta varía de 20% en los huesos a 85% en las células cerebrales. Alrededor de 70% del peso corporal total de una persona corresponde al agua; la proporción es de hasta 95% en las medusas y algunas plantas.

El agua es, a través de la fotosíntesis, la fuente del oxígeno en el aire que respiramos y sus átomos de hidrógeno se incorporan a muchos compuestos orgánicos; también es el solvente de la mayoría de las reacciones biológicas y un reactivo o producto de numerosas reacciones químicas.

Esta molécula no sólo tiene importancia en el interior de los seres vivos, sino que también es uno de los principales factores ambientales que los influyen.

Muchos organismos viven en el mar o en los ríos, lagos o estanques de agua dulce. La combinación única de propiedades físicas y químicas del agua ha permitido que los seres vivos puedan colonizar, sobrevivir y evolucionar en el planeta Tierra.



Enlaces puentes de hidrógeno entre moléculas de agua.

Las moléculas de agua son polares

Las moléculas de agua son polares; es decir, un extremo de cada molécula posee carga positiva parcial y el otro tiene carga negativa parcial. En el agua líquida y el hielo, las moléculas se mantienen unidas en parte por enlaces de puente de hidrógeno. El átomo de hidrógeno, con su carga positiva parcial, es atraído por el de oxígeno de una molécula adyacente, con carga negativa parcial. Cada molécula de agua puede formar enlaces de hidrógeno con un máximo de cuatro moléculas adyacentes (Fig. 3)

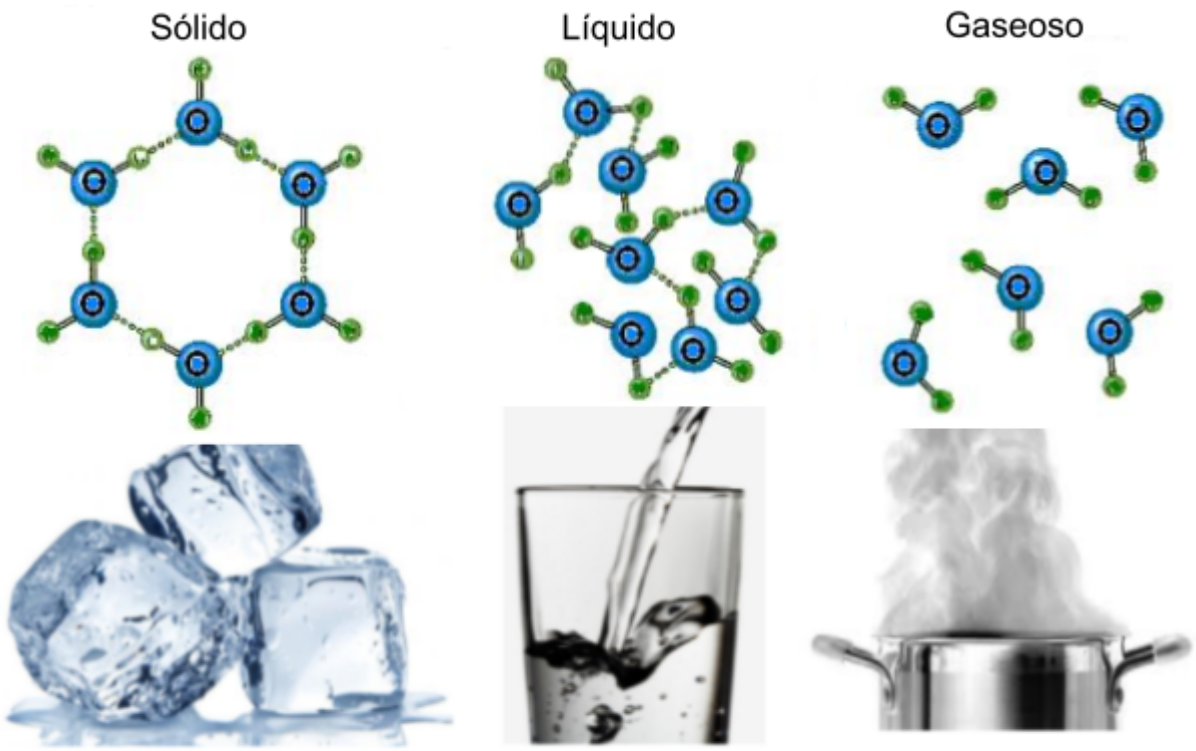


Fig. 3. Moléculas de agua con la representación de la uniones puente hidrógeno entre moléculas de agua en distintos estados.

El agua es el principal solvente en los organismos

Como consecuencia de sus moléculas polares, el agua, es un *solvente* insuperable. Es un líquido capaz de disolver muchos tipos de sustancias, en particular compuestos iónicos y polares. Las moléculas de agua polares, atraen los iones de sustancias iónicas de manera que éstas se disocian (Fig.4).

Sus propiedades de solvente y la tendencia de los átomos de ciertos compuestos a formar iones cuando están en solución hacen que el agua tenga una importante función facilitadora en las reacciones químicas.

Las sustancias que interactúan fácilmente con el agua son **hidrófilas** -afines al agua- como por ejemplo el cloruro de sodio o sal de mesa. Sin embargo, no todos los compuestos

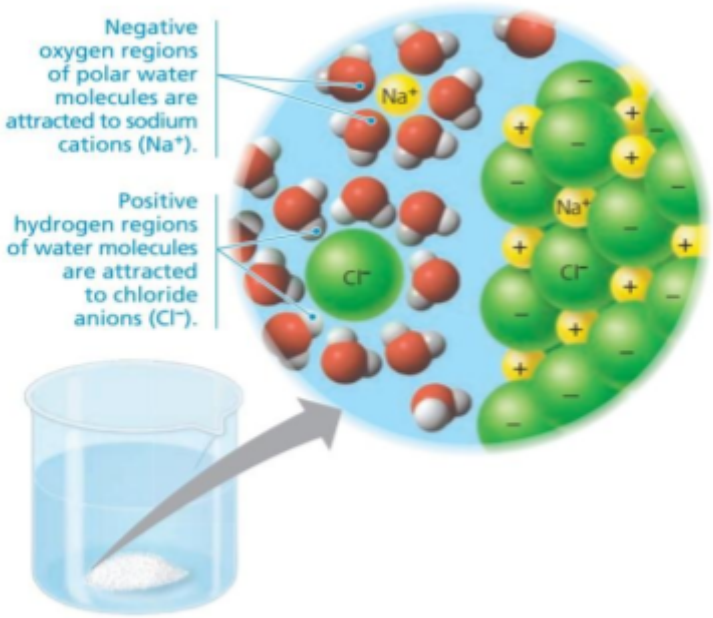


Fig.. 4. Agua disolvente universal. Moléculas de agua polares interactuando con iones positivos y negativos.

presentes en los organismos tienen esta propiedad. Muchas sustancias **hidrofóbicas** -que repelen el agua-, como por ejemplo gotas de aceite (Fig. 5), presentes en los seres vivos revisten especial importancia debido a su capacidad de formar estructuras que no se disuelven en el agua.

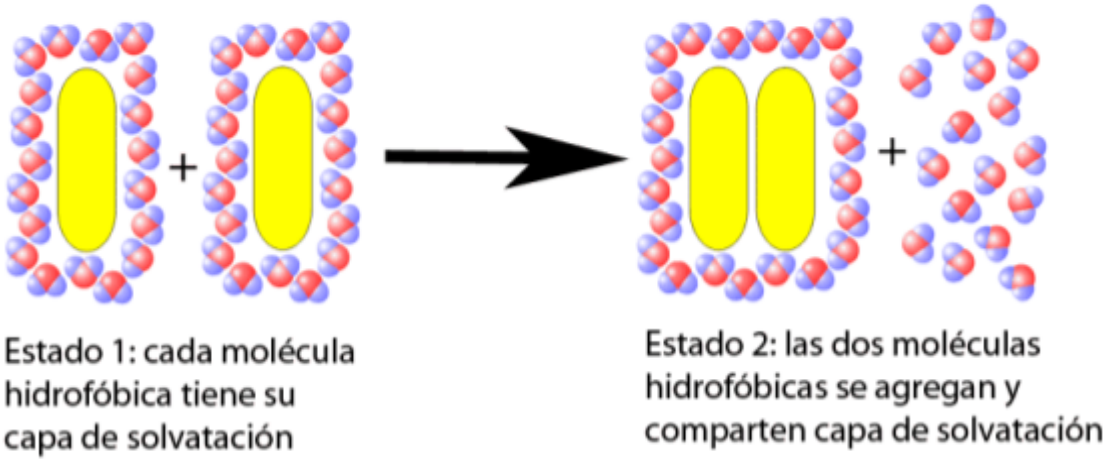


Fig.5. Las moléculas insolubles en agua son hidrófobas.

La formación de enlaces puente de hidrógeno hace al agua cohesiva y adhesiva

Las moléculas de agua tienen una fuerte tendencia a adherirse entre sí, es decir, son *cohesivas*. Tal efecto se debe a la presencia de enlaces puente de hidrógeno entre ellas. Las moléculas de agua también se adhieren a muchos otros tipos de sustancias, muy notablemente las que tienen grupos de átomos o moléculas con carga eléctrica en su superficie. Estas *fuerzas adhesivas* explican que el agua humedezca los objetos.

La *capilaridad* es una de las propiedades que resulta de la combinación de fuerzas adhesivas y cohesivas. Esto explica la tendencia del agua a avanzar en tubos estrechos, aun contra la fuerza de la gravedad (Fig. 6).

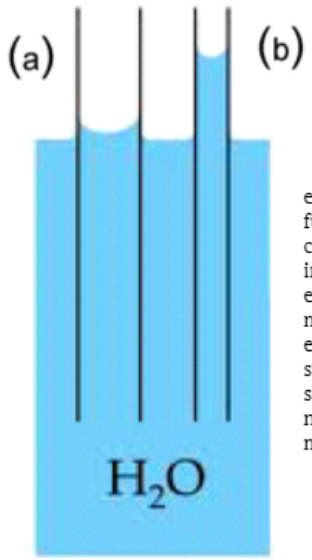


Fig. 6. Las fuerzas de cohesión y adhesión del agua explican la acción capilar. (a) En el tubo de menor calibre, las fuerzas adhesivas atraen a las moléculas de agua hacia los grupos con carga en la superficie del tubo. Otras moléculas de agua en el interior del tubo son "arrastradas" por las fuerzas cohesivas, que en realidad se deben a los enlaces de hidrógeno que hay entre las moléculas de agua. *(b)* En un tubo de mayor diámetro, es menor el porcentaje de moléculas de agua que tienen contacto con la superficie del tubo. Por ello, las fuerzas adhesivas no son suficientes para superar las fuerzas cohesivas del agua bajo el nivel superficial del recipiente, y el agua del tubo asciende sólo muy poco.

Esta propiedad es la que hace que el agua se mueva en los espacios microscópicos que hay entre las partículas del suelo hacia las raíces de las plantas. Debido a la naturaleza cohesiva de las moléculas de agua, cualquier fuerza que se ejerza en parte de una columna de agua se transmitirá a toda la columna. El principal mecanismo de desplazamiento del agua en las plantas depende de este hecho.

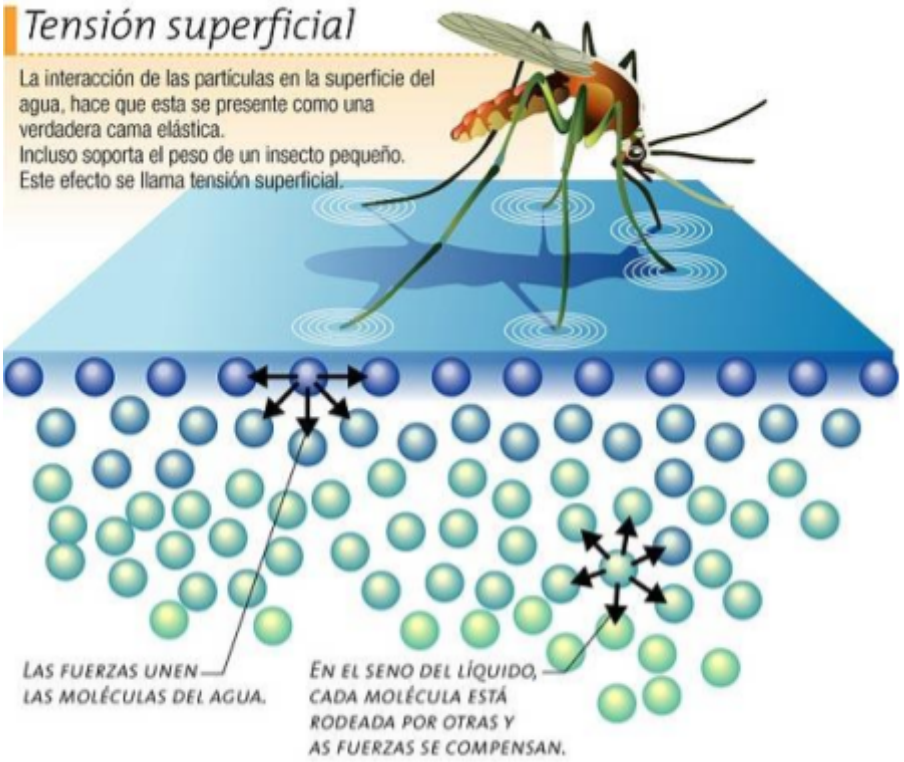


Fig. 7. Tensión superficial.

El agua tiene un alto grado de *tensión superficial* debido a la cohesividad de sus moléculas, las cuales ejercen mayor atracción entre sí que hacía las del aire. De este modo, las moléculas de agua que se encuentran en la superficie se atraen fuertemente unas a otras, lo cual da por resultado una capa compacta a la que contribuye la atracción adicional que ejercen las moléculas que se encuentran debajo (Fig. 7).

La densidad del agua

¿Por qué flota el hielo? La respuesta tiene que ver con el hecho de que los enlaces puente de hidrógeno imparten otra propiedad importante al agua. Ésta se expande al congelarse debido a que los enlaces de hidrógeno que unen las moléculas de agua en la malla cristalina las mantienen lo suficientemente alejadas entre sí para dar al hielo una densidad alrededor del 10% menor que la del agua líquida. Cuando el hielo se calienta de modo que su temperatura se eleve por encima de los 0ºC, se rompen enlaces de hidrógeno entre las moléculas de agua, con lo que estas quedan libres para acercarse unas a otras. La densidad del agua es máxima a los 4ºC; a temperaturas mayores, el agua comienza a expandirse de nuevo a medida que

aumenta la velocidad de sus moléculas. Como resultado, el agua flota en el agua fría más densa.

Esta peculiar propiedad del agua ha sido importante para permitir que la vida tal como la conocemos surgiera, persistiera y evolucionara en el planeta. Si el hielo tuviera mayor densidad que el agua, se hundiría; con el tiempo todos los estanques, los lagos y aún los océanos se solidificarían desde el fondo hacia la superficie, haciendo la vida imposible.

Cuando un cuerpo de agua profunda se enfría, se cubre de hielo flotante, el cual aísla el agua líquida subyacente impidiendo que se congele y permitiendo de este modo que bajo la superficie helada sobrevivan una variedad de animales y plantas(Fig.8).

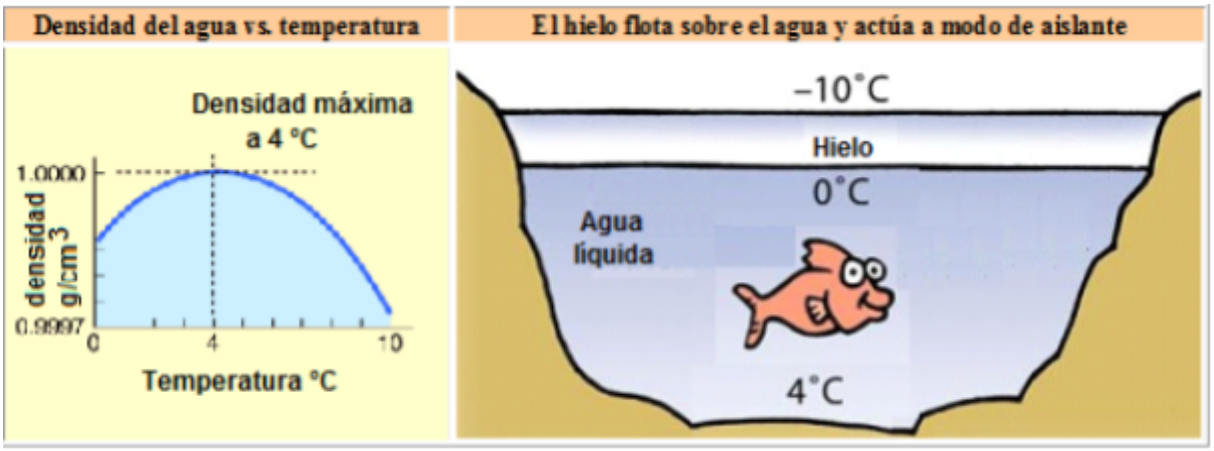


Fig.8. Los estados del agua están relacionados con su densidad. Gracias a esto, el hielo (agua en estado sólido) flota sobre el agua en estado líquido, permitiendo la vida en lugares donde las temperaturas llegan a bajar más allá del punto de solidificación de la misma.

El agua ayuda a conservar estable la temperatura

Para elevar la temperatura de una sustancia es necesario agregar energía calorífica (o térmica) a fin de hacer que sus moléculas se muevan más rápido; esto es, incrementar la **energía cinética** (energía de movimiento) de las moléculas. El término *calor* se refiere a la cantidad *total* de energía cinética en una sustancia; la *temperatura* se refiere a la cantidad promedio de energía cinética de las partículas. El agua posee un *alto calor específico*, o sea que la cantidad de energía necesaria para aumentar la temperatura del agua es muy alta. El elevado calor específico del agua resulta de los enlaces de puente de hidrógeno de sus moléculas. Algunos de los enlaces de hidrógeno que mantienen unidas a las moléculas de agua deben romperse para que éstas se muevan con mayor libertad. Gran parte de la energía que se agrega al sistema se utiliza en la rotura de dichos enlaces, y sólo una porción de la energía térmica queda disponible para acelerar el movimiento de las moléculas de agua (y de este modo aumentar la temperatura del agua). A la inversa, cuando el agua líquida se convierte en hielo, se forman enlaces de hidrógeno adicionales, y una gran cantidad de calor se libera en el ambiente (Fig. 9)

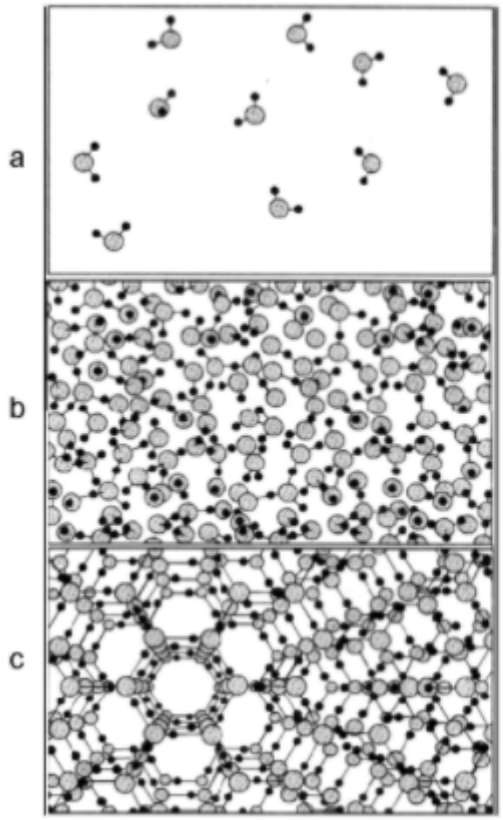


Figura 9: El agua puede existir como gas (vapor de agua), líquido o sólido (hielo). Estas tres formas difieren en la magnitud de formación de enlaces de hidrógeno. (a) Cuando el agua hierve, se rompen los enlaces de hidrógeno. Las moléculas de agua del vapor que se forma están muy separadas entre sí y se mueven con rapidez. (b) En las moléculas de agua al estado líquido, los enlaces de hidrógeno continuamente se forman y se rompen y vuelven a formarse. (c) En el hielo cada molécula de agua participa en cuatro enlaces de hidrógeno con moléculas adyacentes de lo que resulta una estructura de malla cristalina uniformemente espaciada. Las moléculas de agua se separan un poco a medida que se forman los enlaces de hidrógeno. Por ese motivo el agua se expande conforme se congela de modo que el hielo es una de las poquísimas sustancias que resultan menos densas en la forma sólida que en la líquida. Nótense los enlaces de hidrógeno regulares uniformemente distanciados en la superestructura del hielo. (extraída de, Solomon y col. Biología de Villee. 1998)

La gran cantidad de calor que se debe suministrar para que aumente la temperatura del agua (o que debe perderse para que disminuya) hace que los océanos y otros grandes cuerpos de agua tengan una temperatura relativamente constante. Así, muchos de los organismos que viven en los océanos cuentan con una temperatura más bien constante en su entorno.

Las propiedades del agua son decisivas para la estabilización de la temperatura en la superficie de la Tierra. Aunque la cantidad de agua en la superficie del planeta es sólo una película muy delgada comparada con el volumen terrestre, la cantidad es enorme si se compara con la masa de las tierras emergidas. Esta masa de agua relativamente grande impide el calentamiento y el enfriamiento excesivo a causa de altas y bajas temperaturas, respectivamente. Además, los enlaces puente de hidrógeno dan al hielo sus propiedades únicas con importantes consecuencias en el ambiente.

El alto contenido de agua de los seres vivos les ayuda a conservar relativamente constante su temperatura interna. Esta disminución de las fluctuaciones de temperatura es importante porque las reacciones biológicas son posibles sólo en un estrecho intervalo de temperatura.

El hecho de que sus moléculas se mantienen unidas por enlaces puente de hidrógeno hace que el agua tenga **alto calor de vaporización**. El calor de vaporización de la mayoría de las sustancias comunes es mucho menor. Cuando se calienta una muestra de agua, algunas moléculas comienzan a moverse más rápido que las otras (esto es, adquieren mayor energía calorífica). Las moléculas de

movimiento más rápido tienen mayor probabilidad de escapar de la fase líquida y pasar a la fase de vapor (Fig.10). Al hacerlo, llevan consigo su energía térmica (y, con ello, se reduce la temperatura de la muestra). Por esta razón el cuerpo humano puede disipar el calor excesivo cuando el sudor se evapora de la piel, y una hoja vegetal puede mantenerse fresca bajo la luz solar intensa cuando el agua se evapora de su superficie (Fig. 11).

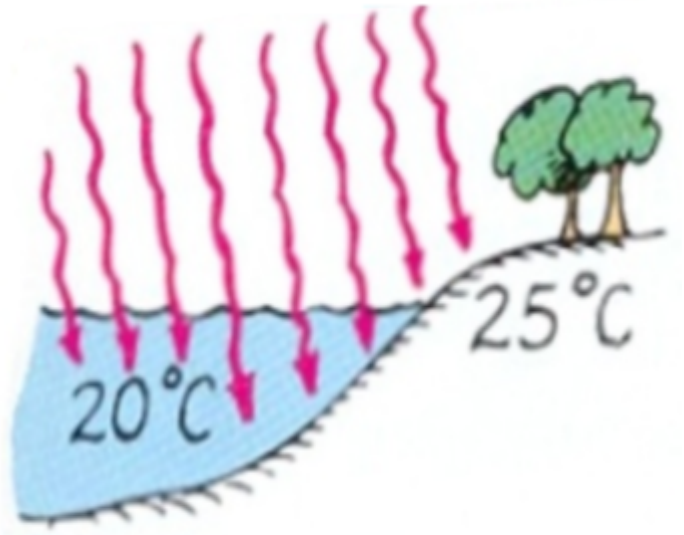


Fig 10. Esta figura muestra cómo el agua puede absorber la radiación del sol y no variar la temperatura en relación al medio que la rodea.



Fig. 11. La transpiración explica la forma que tenemos los seres vivos para bajar nuestra temperatura corporal.

Disociación del agua y Potencial de Hidrógeno (pH)

La *disociación* o *ionización del agua* es una reacción reversible en la cual una molécula de agua se separa en dos iones: un grupo hidroxilo y un protón. En la disociación del agua, la unión covalente polar entre el átomo de oxígeno y uno de los hidrógenos se rompe. Los dos electrones antes compartidos son retenidos por el oxígeno. Así, el

grupo atómico formado por el oxígeno y el otro hidrógeno (que permanecen unidos covalentemente), adquiere un electrón extra, convirtiéndose en un anión con una carga negativa; este anión es el grupo hidroxilo. Por otro lado, queda un átomo de hidrógeno desprovisto de su electrón, lo que equivale a decir un núcleo de hidrógeno, o simplemente, un protón (Fig.12).

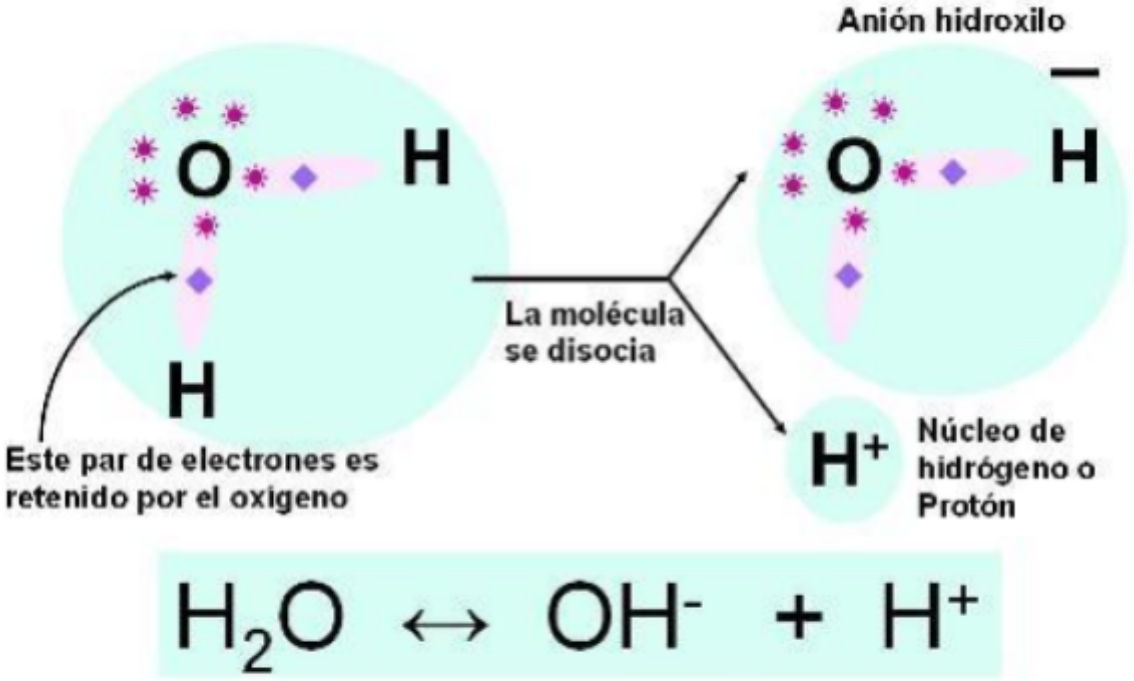


Fig.12. La *disociación del agua* es una reacción reversible en la cual una molécula de agua se separa en dos iones: un grupo hidroxilo y un protón.

El agua tiene una baja tendencia a ionizarse pero si esta reacción ocurre, se obtienen un OH- y un H+. En el agua pura, la concentración de oxidrilos es igual a la de protones, siendo estos equivalente a 10^{-7} moles/l.

$$[OH^-] = [H^+] = 10^{-7}\ mol/l$$

Esta relación permite unir otro concepto que es el de *potencial de hidrógeno* o *pH*. Este expresa la concentración de protones, [H+], o grado de acidez de un medio. El pH se define como el logaritmo negativo de la concentración de protones.

$$Potencial\ de\ hidrógeno\ (pH) = -\log [H^+]$$

La escala de pH va de 1 a 14. El valor 7 corresponde a un medio neutro; un valor inferior a 7, a un medio ácido y un valor por encima de 7, a un medio básico o alcalino. Para el agua pura el pH toma el valor de 7 (Fig. 13).

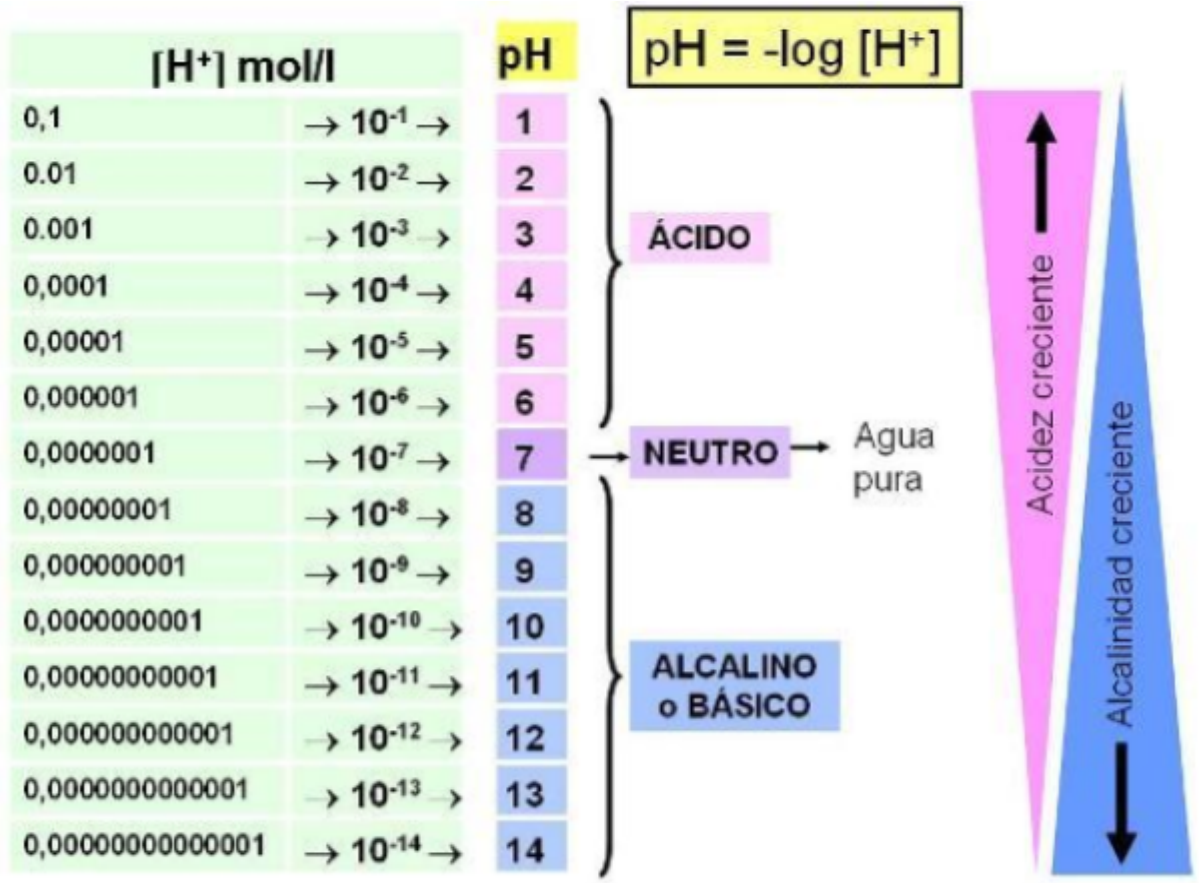
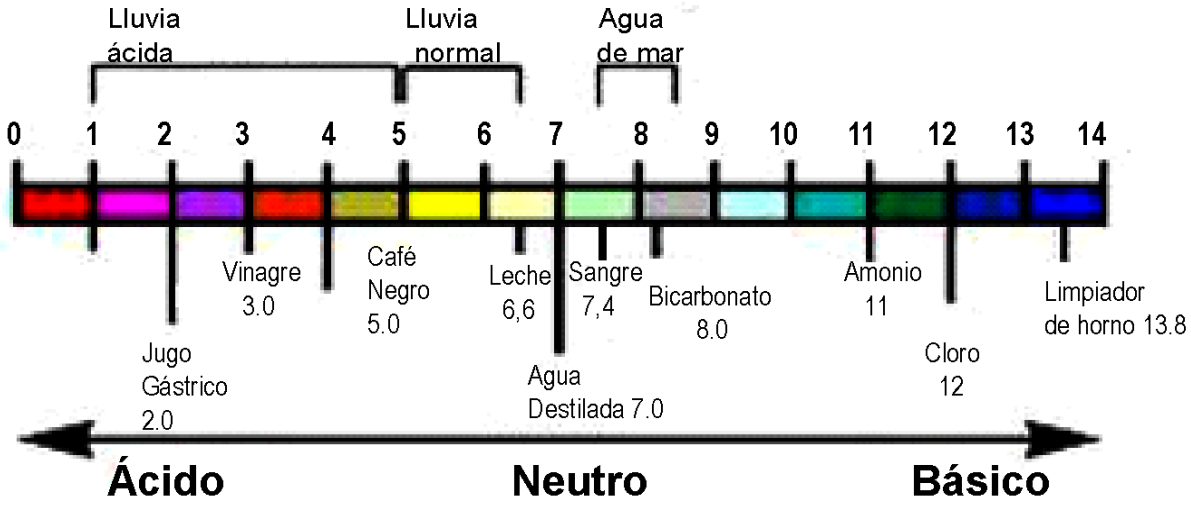


Fig.13: Escala de pH. Las soluciones con pH 7 son neutras porque las concentraciones de H + y OH^- son iguales. Cuanto más desciende el pH respecto de 7, más iones H + están presentes y tanto más ácida es la solución. Al aumentar el pH por encima de 7, la concentración de iones H + disminuye y la de iones OH^- aumenta, lo que hace más alcalina o básica la solución.



Al elegir el pH como expresión de la concentración de protones o acidez de un medio, cuanto mayores son éstas, menor resulta el valor de pH. Por ejemplo, comparemos los medios A y B.

Para A

[H+] = 0,001 mol/l = 10-3 mol/l -> pH = 3

Para B

[H+] = 0,0001 mol/l = 10-4 mol/l -> pH = 4

El medio A es más ácido y tiene una concentración de protones 10 veces mayor que la del medio B.

Compuestos Orgánicos

Caracteres generales

Aunque el carbono existe en formas inorgánicas simples, tiene propiedades únicas que permiten la formación de las moléculas grandes y complejas esenciales para la vida. El átomo de **carbono** tiene un total de seis electrones, dos en el nivel de energía más bajo y cuatro electrones de valencia en el nivel más alto. Esto significa que un átomo de carbono puede completar su capa más externa formando un total de cuatro enlaces covalentes. Cada enlace puede unirlo a otro átomo de carbono o a un átomo de un elemento distinto.

El carbono es particularmente adecuado para funcionar como el "esqueleto" de moléculas grandes, en virtud de que los enlaces carbono-carbono son fuertes y no se rompen con facilidad. Los enlaces carbono-carbono no son sólo del tipo sencillo (basado en el compartimiento de un par de electrones). Dos átomos de carbono pueden compartir entre sí dos pares de electrones, formando enlaces dobles o tres pares de electrones formando triples enlaces (Fig.14).

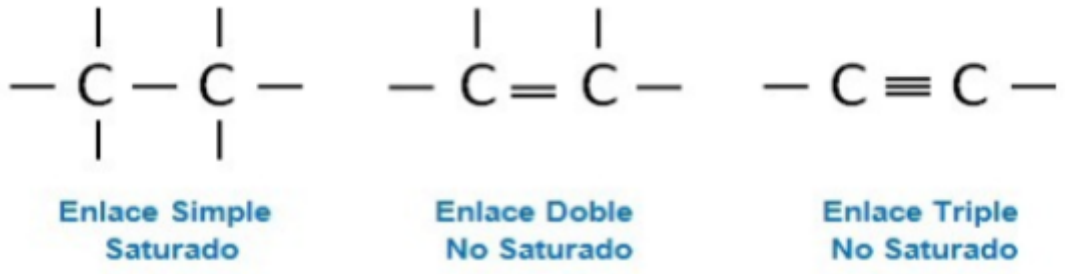


Fig. 14. Esquema de los tipos de enlaces que el átomo de carbono puede formar.

Los átomos de carbono pueden unirse en forma lineal conformando cadenas o en forma circular formando anillos. Existen compuestos, en el que ambas conformaciones (cadena lineal y anillos) están presentes.

La forma de una molécula tiene importancia para determinar sus propiedades y funciones biológicas. Las moléculas que contienen átomos de carbono poseen estructura tridimensional debido a la naturaleza tetraédrica de sus ángulos de enlace.

En general, hay libertad de rotación alrededor de cada enlace sencillo carbono-carbono. Esta propiedad da flexibilidad a las moléculas orgánicas y les permite asumir diversas formas, dependiendo de cuánto se haga girar cada enlace sencillo. Los dobles y triples enlaces no permiten la rotación, por lo cual las regiones de una molécula con tales enlaces tienden a ser inflexibles (Fig. 15).

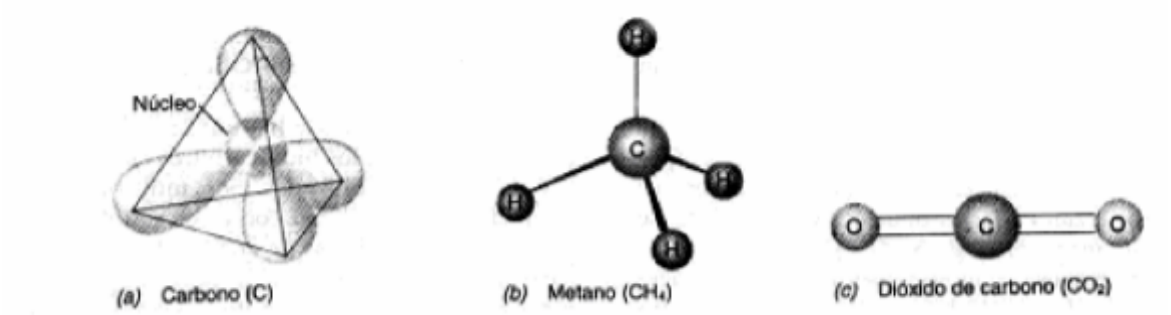


Fig.15. Un átomo de carbono puede formar cuatro enlaces covalentes en el espacio tridimensional. (a) Los enlaces de un átomo de carbono apuntan a los cuatro vértices de un tetraedro, disposición que maximiza la distancia entre los átomos unidos con el de carbono. (b) El metano consiste en un solo átomo de carbono unido a cuatro de hidrógeno. Estos últimos están enlazados en forma simétrica alrededor del átomo de carbono en los vértices del tetraedro. *(c)* En el dióxido de carbono, cada átomo de oxígeno está unido por un enlace doble al de carbono. Cada enlace es polar; el carbono tiene carga parcial positiva y cada oxígeno tiene carga parcial negativa. Sin embargo, en esta molécula lineal los enlaces apuntan en sentidos opuestos, y la molécula en conjunto es no polar. (Modificado Bioquímica de Lehninger.. 1983).

Los isómeros son sustancias con la misma fórmula molecular pero diferente estructura

Los compuestos con la misma forma molecular y estructuras diferentes y, por lo tanto, propiedades distintas, se denominan **isómeros**. Poseen propiedades físicas o químicas diferentes y pueden tener nombres comunes diferentes. Estas diferencias se transmiten a distintas biomoléculas presentes en las células.

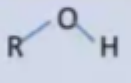
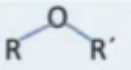
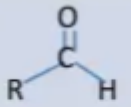
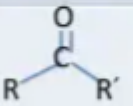
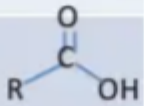
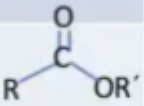
Los grupos funcionales modifican las propiedades de las moléculas orgánicas

Los enlaces covalentes entre hidrógeno y carbono no son polares. Por tanto, los hidrocarburos carecen de regiones con carga bien localizadas. Son muy hidrófobos, y no interactúan con facilidad con otros compuestos. Sin embargo, las características de una molécula pueden modificarse en modo muy notable sustituyendo uno de los hidrógenos por un grupo de átomos conocido como **grupo funcional**.

Los grupos funcionales ayudan a determinar los tipos de reacciones químicas en que participan los compuestos. La mayoría de estos grupos forman asociaciones con facilidad (por ejemplo, enlaces iónicos y enlace puente hidrógeno) con otras moléculas. Los grupos funcionales son polares y por lo tanto hidrófilos, de manera que se asocian fuertemente con las moléculas de agua.

Como se ilustra en el cuadro 1, cada clase de compuestos orgánicos se caracteriza por la presencia de uno o más grupos funcionales específicos. Nótese el

uso del símbolo *R* para indicar el *resto* de la molécula de que es parte el grupo funcional.

Enlaces a Oxígeno	Grupo funcional	Fórmula	Estructura	Prefijo	Sufijo	Ejemplo	Nombre
1	Alcohol	R-OH		Hidroxi	-ol	CH_3-OH	Metanol o Alcohol metílico
1	Éter	R-O-R´		-oxi	-eter-	CH_3CH_2-O-CH_3	Metoxi-etano o Metil,etil-eter
2	Aldehído	R-C(=O)H R-CHO			-al aldhido	CH_3CH_2-CO-H	Propanal o propanaldehido
2	Cetona	R-C(=O)R´			-ona Cetona	CH_3-CO-CH_3	Dimetilcetona
3	Ácido Carboxílico	R-COOH		Ácido	-oico	CH_3-COOH	Ácido etanóico
3	Ester	R-COO-R´		Ato	de –ilo	CH_3-COO-CH_3	Etanoato de metilo

Cuadro 1: Algunos grupos funcionales de importancia biológica.

La mayoría de los compuestos presentes en las células contienen dos o más grupos funcionales distintos. El comportamiento químico de un compuesto orgánico depende de la presencia de uno u otro grupo funcional en su molécula.

El **grupo hidroxilo** u **oxhidrilo** (abreviado R-OH) no debe confundirse con el ión hidróxido (OH^-). El grupo hidroxilo es polar debido a la presencia de un átomo de oxígeno, fuertemente electronegativo. Si un grupo hidroxilo sustituye uno de los hidrógenos de un hidrocarburo, la molécula resultante tendrá propiedades muy distintas. Por ejemplo, el etano es un hidrocarburo gaseoso a temperatura ambiente. Si un hidrógeno es sustituido por un grupo hidroxilo, la molécula resultante es la del alcohol etílico o etanol. El etanol es un tanto cohesivo debido a que los grupos hidroxilo (que son polares) de moléculas adyacentes interactúan entre sí; por ello es líquido a temperatura ambiente. A diferencia del etano, el alcohol etílico puede disolverse en agua debido a que los grupos hidroxilo, polares, interactúan con las moléculas de agua (que también son polares)(Fig. 16).

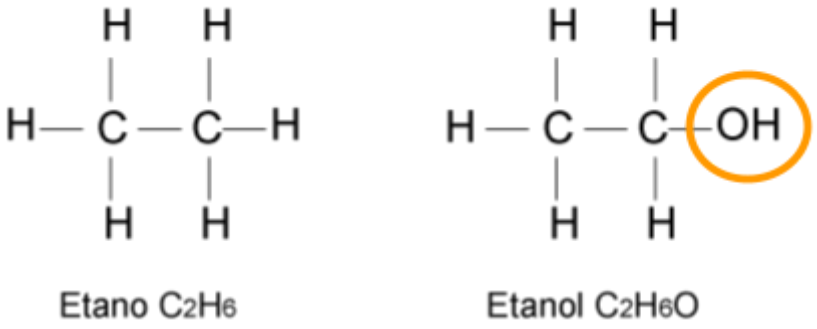


Fig.16. Esqueletos de la molécula de Etano y Etanol, respectivamente. Se puede observar el grupo oxhidrilo en el etanol responsable de su gran solubilidad en agua.

El **grupo carbonilo** consiste en un átomo de carbono unido por un doble enlace covalente a un átomo de oxígeno. Este doble enlace es polar debido a la electronegatividad del oxígeno; de este modo, el grupo es hidrófilo. La posición del grupo carbonilo en la molécula determina la clase a la que ésta pertenece.

Un **aldehído** tiene un grupo carbonilo en el extremo del esqueleto de carbono (lo que se abrevia R-CO); una cetona tiene un grupo carbonilo interno (lo que se abrevia R-CO-R).

El **grupo carboxilo** (con la representación abreviada R-COOH) consiste en un átomo de carbono unido por un doble enlace covalente a un átomo de oxígeno, y por un enlace covalente sencillo a otro oxígeno, que a su vez está unido a un átomo de hidrógeno.

El **grupo amino** (que se abrevia R-NH_2) contiene un átomo de nitrógeno unido covalentemente a dos átomos de hidrógeno. Los grupos amino son débilmente básicos; algunas de las moléculas aceptan un ion hidrógeno (un protón), de modo que adquieren una unidad de carga positiva. Estos grupos son componentes de los aminoácidos y los ácidos nucleicos.

Moléculas biológicas

Son moléculas formadas por miles de átomos como por ejemplo las proteínas y los ácidos nucleicos que en conjunto se denominan **macromoléculas**. De éstas, también muchas son **polímeros,** que se producen al enlazarse compuestos orgánicos pequeños, llamados monómeros (Fig. 17). Los miles de compuestos orgánicos complejos y distintos que forman parte de los seres vivos se construyen a partir de casi 40 monómeros sencillos y pequeños. Por ejemplo, los 20 tipos comunes de monómeros de aminoácidos se pueden enlazar en sus extremos de maneras incontables para formar los polímeros que se denominan proteínas.

Las células y los tejidos de un mismo organismo poseen variaciones en los polímeros que los componen. Por ejemplo, el tejido muscular se diferencia del cerebral en gran parte a causa de los distintos tipos y secuencias de aminoácidos en sus proteínas. En última instancia, esta estructura de las proteínas depende de la secuencia de monómeros en el DNA del organismo, lo cual se expresa de modo distinto en cada tipo celular.

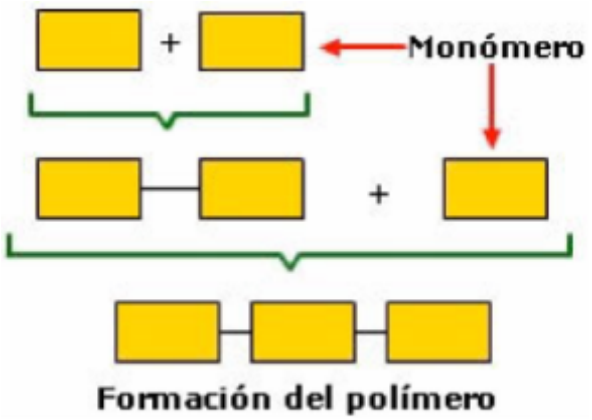


Fig. 17. Polimerización. Los monómeros se enlazan para formar polímeros.

Los polímeros pueden ser degradados en sus monómeros constituyentes por **hidrólisis** (que significa "romper con agua") (Fig. 18). En una reacción regulada por una enzima específica, un hidrógeno de una molécula de agua se une a un monómero, y el hidroxilo restante de la molécula de agua se une al monómero adyacente. Vemos a continuación un ejemplo.

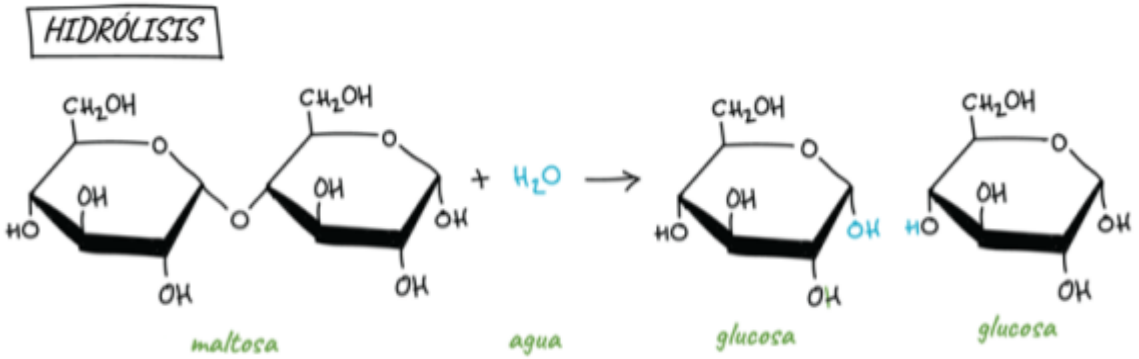


Fig. 18. Hidrólisis de maltosa (dímero) en sus monómeros de glucosa.

Carbohidratos

Los **carbohidratos** se componen de átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno en proporción aproximada de un átomo de carbono por dos de hidrógeno y uno de oxígeno. La fórmula general que identifica a los carbohidratos es

$$(CH_2O)_n$$

El término carbohidrato (que significa "carbono con agua") refleja la proporción de 2:1 del hidrógeno sobre el oxígeno, que es la misma que está presente en el agua (H_2O). Los carbohidratos contienen una unidad de azúcar (monosacáridos), dos unidades (disacáridos) o muchas unidades (polisacáridos).

Azúcares, almidones y celulosa son ejemplos de carbohidratos. Los azúcares y los almidones sirven como fuente de energía para las células, en tanto que la celulosa

es el componente estructural principal de las paredes que rodean a las células vegetales.

Los **monosacáridos** por lo general tienen de tres a siete átomos de carbono. Los carbohidratos más sencillos son los azúcares de tres carbonos (triosas), el gliceraldehído y la dihidroxiacetona (cuadro 2). La ribosa y la desoxirribosa son pentosas comunes, o sea azúcares de cinco átomos de carbono, y componen los ácidos nucleicos, como DNA, RNA y compuestos afines. Glucosa, fructosa, galactosa y otros azúcares de seis átomos de carbono se denominan **hexosas**. (Nótese que los nombres de los carbohidratos suelen terminar en -o*sa*)(Fig. 19).

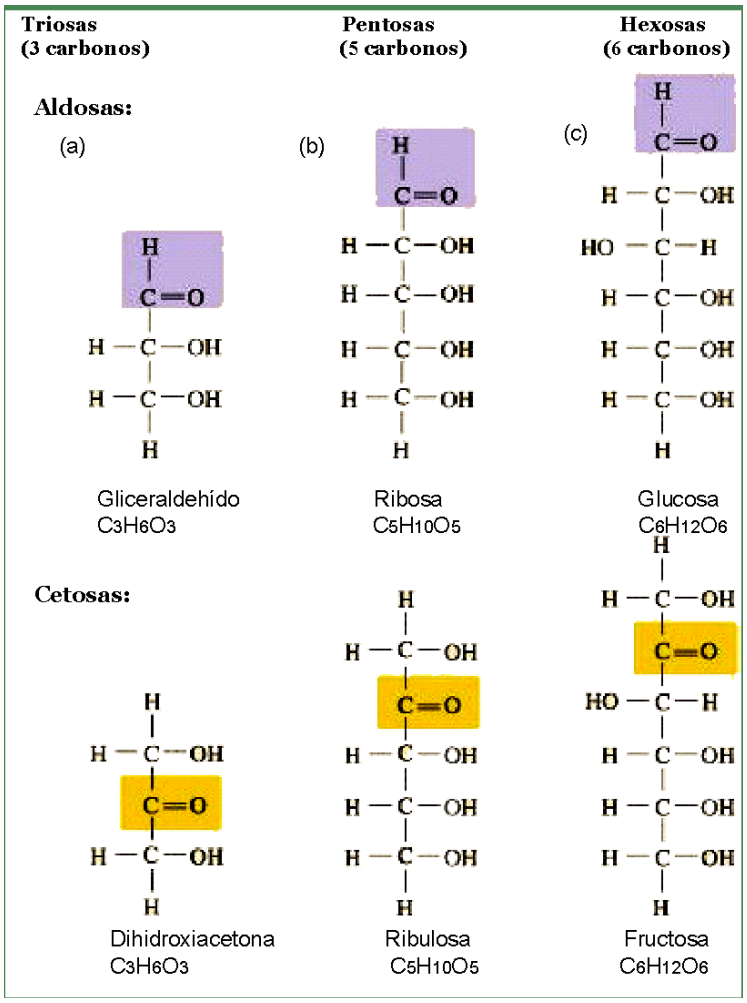


Fig. 19. Las fórmulas estructurales de algunos monosacáridos (azúcares sencillos) se representan aquí como cadenas bidimensionales rectas. Se ilustran (a) triosas (tres carbonos), *(b)* pentosas (cinco carbonos, y (c) hexosas (seis carbonos). Aunque resulta conveniente representar los monosacáridos de esta manera, es más exacto hacerlo como estructuras anulares. Nótese que glucosa, fructosa y galactosa son isómeros estructurales: poseen la misma fórmula química ($C_6H_{12}0_6$), pero con los átomos dispuestos de manera distinta. (extraído de Curtis y col. Curtis Biología 2008)

Clasificación de los monosacáridos		
Según el N° de C en la cadena	3	Triosas
	4	Tetrosas
	5	Pentosas
	6	Hexosas
	7	Heptosas
Según el grupo carbonilo	Aldehído	Aldosas
	Cetona	Cetosas

Cuadro 2. Clasificación de los monosacáridos.

En un monosacárido, todos los carbonos excepto uno están unidos a un grupo hidroxilo; el otro carbono forma un doble enlace con un átomo de oxígeno, con lo que constituye un grupo carbonilo. Si este grupo está en el extremo de la cadena, el monosacárido es un aldehído; si está en cualquier otra posición, se trata de una cetona. Por convención, el esqueleto de carbono de un azúcar comienza a numerarse en el grupo carbonilo terminal (o en el carbono más cercano a él) de la cadena abierta. La gran cantidad de grupos hidroxilo polares, más el grupo carbonilo, dan a los monosacáridos propiedades hidrófilas (Fig. 20).

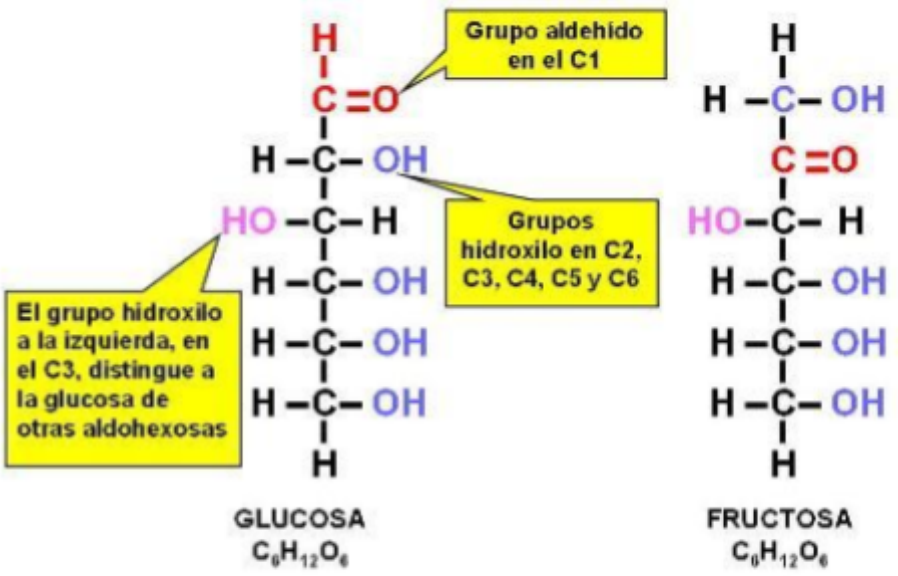


Fig. 20. Esquemas de dos carbohidratos de 6 carbonos, donde se señalan las distintas posiciones de los grupos funcionales.

La *glucosa* ($C_6H_{12}0_6$) es el monosacárido más abundante y reviste suma importancia en los procesos biológicos. Durante la fotosíntesis, tanto algas como plantas la producen a partir de dióxido de carbono y agua, con uso de la luz solar como fuente de energía. Luego, en la respiración celular, las células desdoblan los enlaces de la molécula de glucosa y liberan la energía almacenada, que utilizan en sus actividades. La glucosa también es una molécula involucrada en la síntesis de otros tipos de compuestos, como los aminoácidos y los ácidos grasos; su importancia en el metabolismo llega al grado de que su concentración se mantiene en valores constantes en la sangre de seres humanos y otros animales complejos.

Como se observa en la Figura 20, la glucosa y la fructosa son isómeros estructurales, o sea que poseen fórmula molecular idéntica, pero sus átomos están dispuestos de manera distinta. En la fructosa, que es una cetona, el oxígeno tiene enlace doble con un átomo de carbono en la cadena, en vez de hacerlo con un carbono terminal, como ocurre en la glucosa (que es un aldehído).

La disposición diferente de sus átomos hace que estos dos azúcares tengan propiedades químicas distintas. Por ejemplo, la fructosa es más dulce que la glucosa.

Asimismo, la glucosa y la galactosa difieren entre sí en un aspecto. Si bien ambas son hexosas y aldehídos, se diferencian en la disposición de sus átomos

alrededor del átomo de carbono 4. Son imágenes en espejo una de otra, o enantiómeros (Fig. 21).

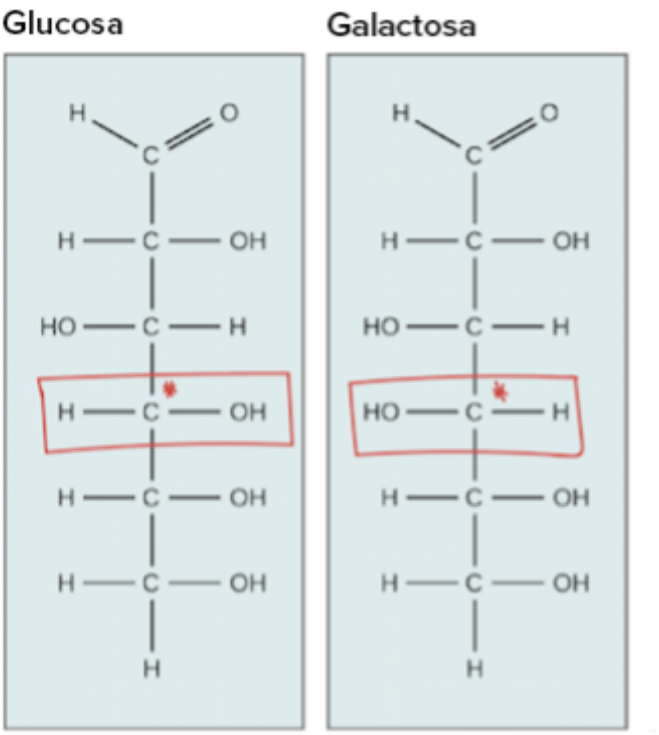


Fig. 21. Esqueletos de Glucosa y Galactosa. C*: carbono donde el sustituyente cambia de posición.

Las formas lineales de la figura anterior dan una idea clara de las estructuras de algunos monosacáridos comunes, sin embargo, las moléculas no son tan sencillas como las estructuras bidimensionales que se muestran en un impreso. De hecho, cada compuesto tiene una estructura tridimensional que está en relación directa con su función biológica. Las moléculas de glucosa y otros monosacáridos en solución presentan una *conformación en anillos* y no las cadenas rectas de átomos de carbono.

En solución, la glucosa típicamente se encuentra como un anillo de cinco carbonos y un oxígeno. Asume esta configuración cuando un enlace covalente une al átomo de carbono 1 con el oxígeno enlazado con el carbono 5 (Fig 22). Cuando la glucosa forma un anillo, son posibles dos isómeros, que difieren sólo en la orientación del grupo hidroxilo ($^{-}$OH) unido al carbono 1. Cuando este grupo hidroxilo se encuentra del mismo lado del plano del anillo en que se halla el grupo lateral -CH_2OH, la glucosa se denomina glucosa beta. Si está en el lado opuesto (respecto al plano del anillo) al grupo lateral -CH_2OH, el compuesto se denomina glucosa alfa.

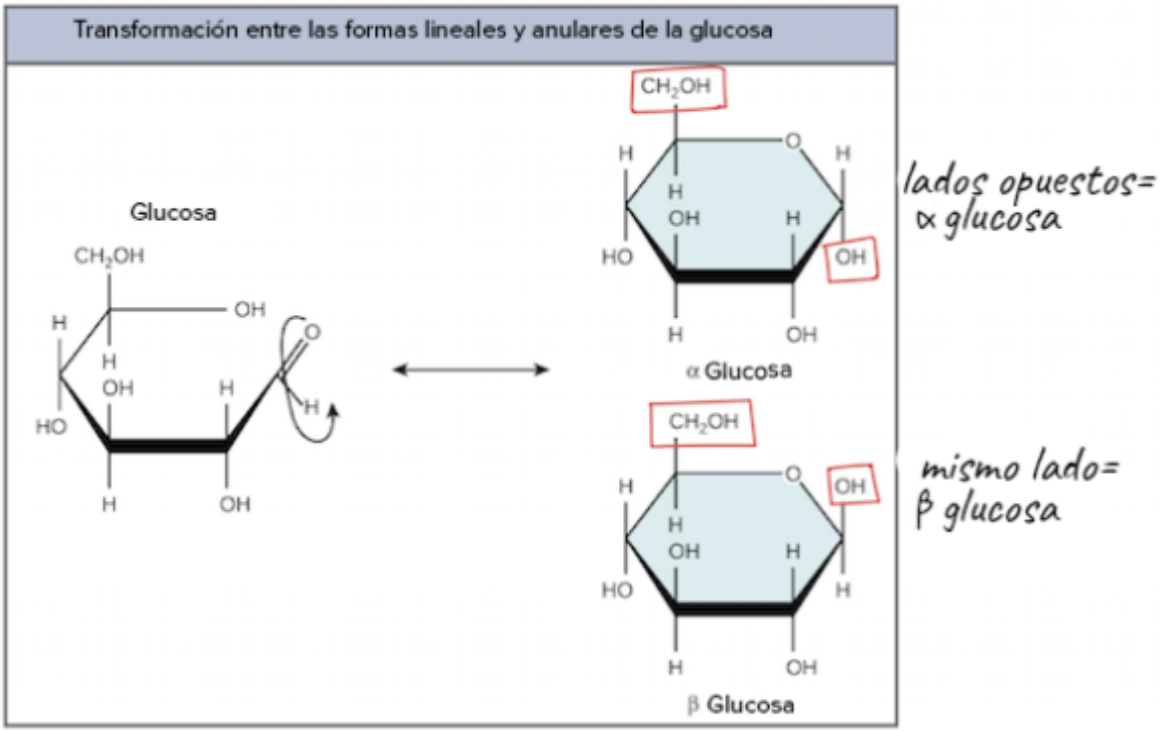


Fig.22. La glucosa puede formar un anillo alfa o uno beta. Cuando la glucosa se disuelve en agua, la molécula se dobla de manera que el grupo -OH del carbono 5 se acerca al - O del carbono 1. El hidrógeno se mueve de un oxígeno al otro. Esto permite que el carbono 1 se enlace con el oxígeno del carbono 5, lo que produce la estructura anular. Son posibles dos isómeros que difieren en la orientación del grupo -OH del carbono 1. Aunque el dibujo no pretende representar la estructura tridimensional completa, los enlaces dibujados con trazo grueso puntiagudo de la porción inferior de cada anillo representan la parte de la molécula que se proyectaría fuera de la página hacia el lector. Por convención, se supone que hay un átomo de carbono en cada vértice del anillo, a menos que se muestre otro átomo. Se omite la mayoría de los átomos de hidrógeno. (modificado Bioquímica de Lehninger. 1983)

Los disacáridos consisten en dos moléculas de monosacárido enlazadas en forma covalente entre sí. En este caso, se habla de un **enlace glucosídico** (Fig. 23) entre los monosacáridos, por lo general entre el átomo de carbono 1 de una molécula y el carbono 4 de la otra.

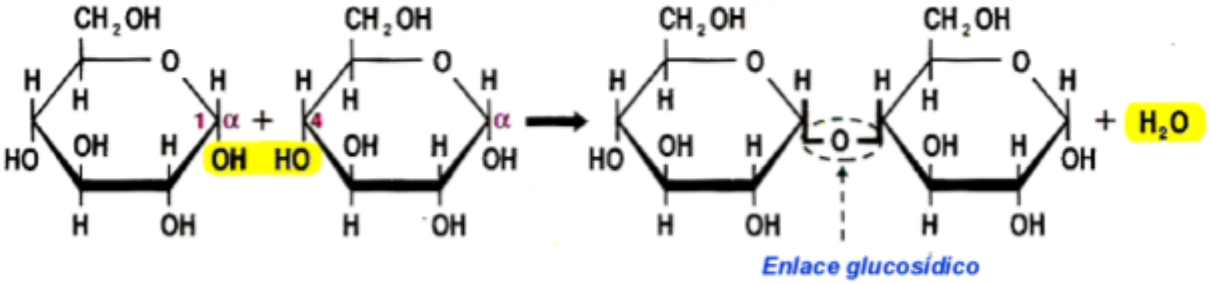


Fig.23. Enlace glucosídico. (modificado Bioquímica. de Lehninger. 1983)

Son ejemplos de disacáridos, la maltosa (azúcar de malta) que resulta de la unión covalente de dos unidades de glucosa alfa (Cuadro 3 y Fig. 24). La sacarosa, azúcar con que se endulzan los alimentos, se forma de una unidad de glucosa combinada con otra de fructosa. Por otra parte, la lactosa, azúcar presente en la leche, se compone de una molécula de glucosa y otra de galactosa (Fig. 25).

Disacárido	Unidades	Ubicación
Maltosa	alfa-glucosa + alfa-glucosa	Producto de la hidrólisis del almidón
Sacarosa	alfa-glucosa + beta-fructosa	Azúcar de caña
Lactosa	alfa-glucosa + beta-galactosa (otra aldohexosa)	Azúcar de leche

Cuadro 3. Tipos de disacáridos.



Fig. 24. Ejemplos de disacáridos.

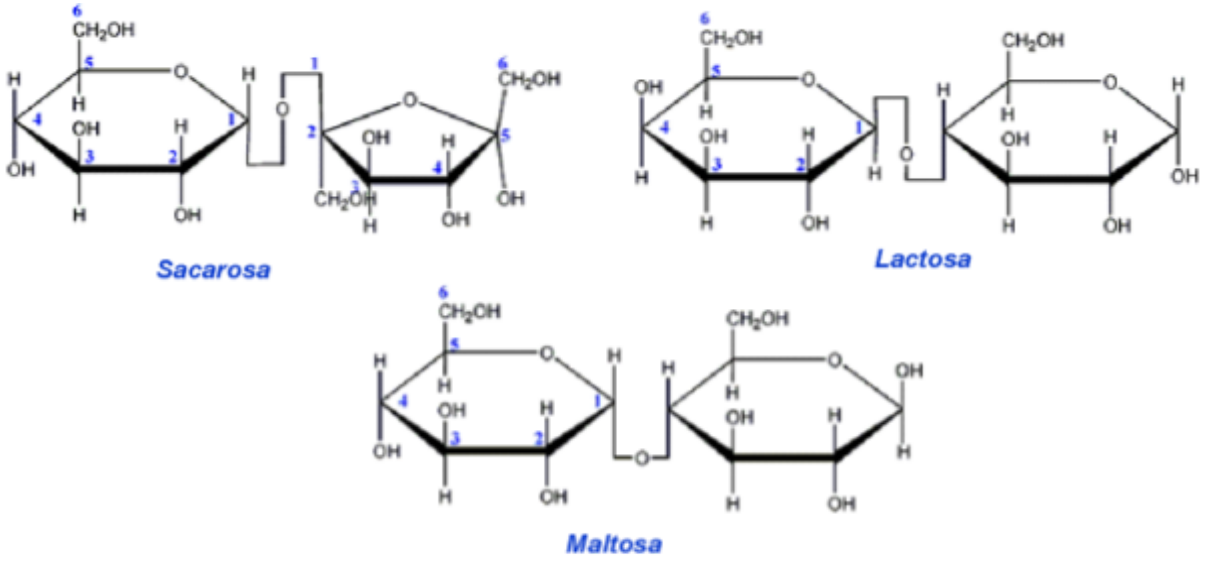


Fig. 25: Fórmulas estructurales de disacáridos. (modificado Bioquímica de Lehninger.. 1983)

Los disacáridos son susceptibles de hidrólisis (Fig. 18), o sea separación al agregar agua, en dos monosacáridos. Durante la digestión, se precisa de una enzima, que es un catalizador proteínico.

Los polisacáridos pueden almacenar energía o realizar funciones estructurales

Los carbohidratos más abundantes son los **polisacáridos**, pueden ser *homopolisacáridos*, cuando están formados por una sola clase de monómero que son unidades repetitivas de azúcares simples (generalmente glucosa), aunque el número preciso de estas unidades varía, por lo general hay miles en una sola molécula.

También encontramos a los *heteropolisacáridos*, cuando están formados por la repetición de dos monómeros distintos, que se alternan en la cadena del polímero además son sustancias que por hidrólisis, dan lugar a varios tipos distintos de monosacáridos o de derivados de éstos (cuadro 4).

	Ejemplos	*Función*
HOMOPOLISÁRIDOS	Almidón	Reserva energética en vegetales.
	Celulosa	Estructural en la pared celular vegetal.
	Quitina	Estructural en la pared celular fúngica.
	Glucógeno	Reserva energética en animales.
HETEROPOLISÁCARIDOS	Glicosaminoglicano	Estructural en la matriz extracelular de los tejidos conectivos.
	Peptidoglicano	Constituyente de la pared celular bacteriana.

Cuadro 4. Clasificación de polisacáridos.

Dentro de los *homopolisacáridos,* se incluyen los almidones, glucógeno, celulosa y quitina. El polisacárido puede ser una cadena larga y sencilla o ramificada. Este grupo de sustancias se compone de diferentes isómeros de la glucosa o las moléculas de ésta tienen distribución variable, de modo que los polisacáridos varían en sus propiedades.

El *almidón*, que es la forma habitual de almacenamiento de carbohidratos en las plantas, es un polímero consistente en subunidades de glucosa alfa. Los monómeros están unidos por enlaces alfa 1-4, lo que significa que el carbono 1 de una glucosa está enlazado al carbono 4 de la siguiente glucosa de la cadena (Fig. 26). El almidón tiene dos formas: *amilosa* y *amilopectina*. La primera, más sencilla, no está ramificada, en cambio la amilopectina, que es más frecuente, puede consistir en casi 1000 unidades en una cadena ramificada. La ramificación tiene lugar a intervalos de 20 a 25 unidades con un enlace glucosídico entre el C-1 y el C-6.

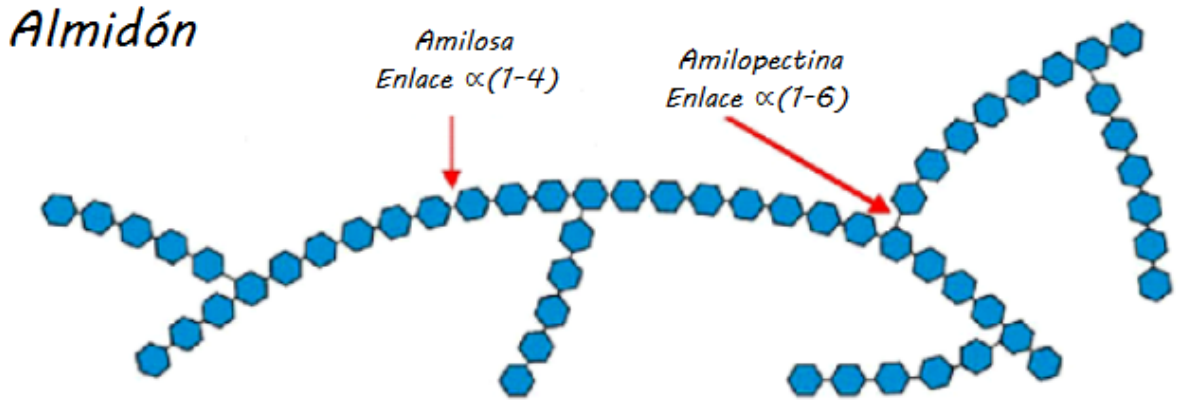


Fig 26. Esquema de la estructura química del almidón.

Las plantas almacenan el almidón en gránulos, dentro de organelas celulares especializadas que se denominan plastos o plastidios. Cuando necesita energía para su actividad celular, la planta puede hidrolizar el almidón y se liberan las subunidades de glucosa. Los seres humanos y otros animales que comen plantas poseen enzimas que hidrolizan el almidón.

El *glucógeno* es la forma en que se almacena la glucosa en los tejidos animales. Se trata de un polisacárido muy ramificado y más hidrosoluble que el almidón. El glucógeno se almacena sobre todo en las células de hígado y músculos.

La *celulosa* es el polisacárido que más abunda en este grupo, ya que le corresponde 50% o más del total de átomos de carbono en las plantas (Fig. 27). La celulosa es un carbohidrato estructural. Casi la mitad de la madera es celulosa, y el algodón tiene al menos 90% de celulosa. Las células vegetales están rodeadas por paredes celulares de sostén resistente, formadas en su mayor parte de celulosa.

La celulosa es un polisacárido insoluble, compuesto de muchas moléculas de glucosa unidas entre sí por enlaces diferentes de los presentes en el almidón. Debe recordarse que en el almidón las subunidades son de glucosa alfa, y los enlaces glucosídicos son de tipo α 1-4, mientras que en la celulosa son del tipo β 1-4. Las enzimas que hidrolizan los enlaces alfa del almidón no rompen los enlaces beta de la celulosa.

Los seres humanos, al igual que otros organismos tales como vacas y termitas, no poseen enzimas que digieren la celulosa, y por lo tanto no pueden utilizarla como nutriente. Sin embargo, es un componente importante de la fibra alimentaria y ayuda al funcionamiento correcto del sistema digestivo.

Sin embargo las vacas y las termitas sólo se alimentan de tejidos vegetales. Algunos microorganismos pueden digerir la celulosa a glucosa. De hecho, en el aparato digestivo de bovinos y ovinos e insectos como las termitas viven bacterias que digieren la celulosa, lo que les permite a estos herbívoros nutrirse de ella. De modo similar, el tubo digestivo de las termitas contiene microorganismos que digieren celulosa.

Las moléculas de celulosa tienen características que las hacen adecuadas para su cometido estructural. Las subunidades de glucosa beta están unidas de una manera que permite la formación de abundantes enlaces puente de hidrógeno entre diferentes moléculas. Así, éstas se disponen en largos haces de fibras, como se muestra en la figura 27.

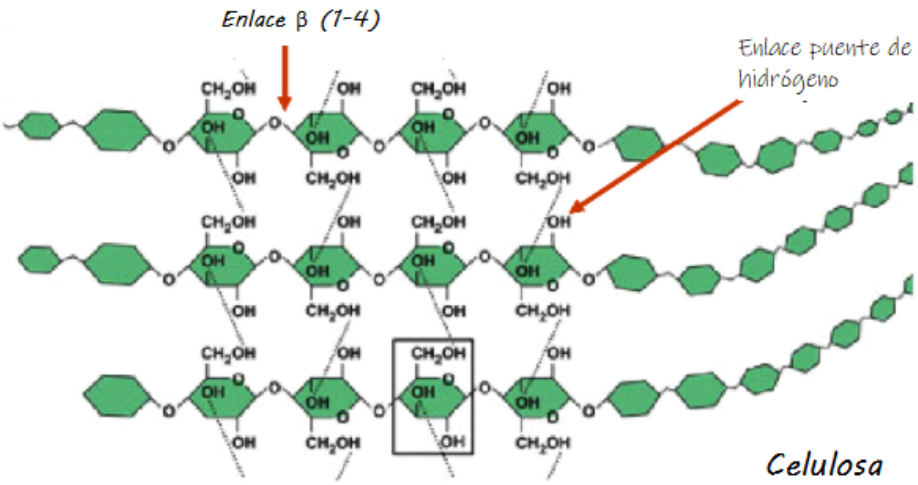


Fig 27. Esquema de la estructura química de la celulosa.

La *quitina*, que se asemeja a la celulosa pero está compuesta de unidades de glucosa modificadas que llevan un grupo funcional que contiene nitrógeno. Los artrópodos (insectos y crustáceos) tienen un duro esqueleto externo, llamado exoesqueleto, que protege sus partes internas más suaves. Este exoesqueleto está hecho de esta macromolécula.

La quitina también es un componente importante de las paredes celulares de los hongos, que no son ni animales ni plantas sino que forman un reino aparte (Fig.28).

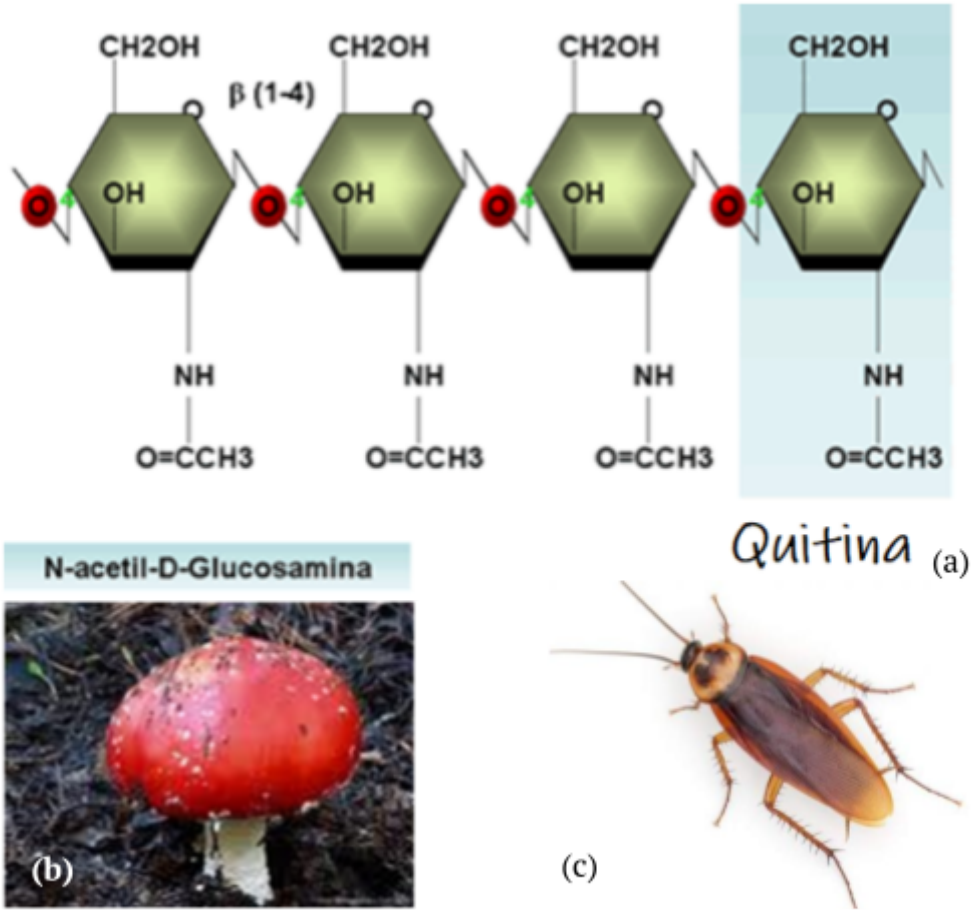


Fig. 28. (a)Esquema de la estructura química de la quitina. (b) *Amanita muscaria*. (c) *Blatella germanica* (cucaracha).

Lípidos

Los **lípidos** son biomoléculas orgánicas insolubles en el agua que pueden extraerse de las células y de los tejidos mediante disolventes no polares, por ejemplo, el cloroformo, el éter y el benceno. Existen diferentes familias o clases de lípidos pero todos ellos poseen una cadena hidrocarbonada en su estructura.

Los lípidos desempeñan diversas funciones biológicas importantes como:

- Componentes estructurales de las membranas celulares.
- Fuente de energía,
- Cubierta protectora sobre la superficie de muchos organismos.

- Componentes de la superficie celular,
- Aislante térmico.

Algunas sustancias clasificadas entre los lípidos poseen una intensa actividad biológica, se encuentran entre ellas algunas de las vitaminas y hormonas.

Aunque los lípidos constituyen una clase bien definida de biomoléculas, vemos que, con frecuencia se presentan combinados en forma covalente o mediante enlaces débiles, con otras clases de biomoléculas. Estas combinaciones constituyen moléculas híbridas tales como los *glucolípidos*, que contienen lípidos y glúcidos, y las *lipoproteínas* que contienen lípidos y proteínas.

Los lípidos se han clasificado de diferentes maneras, nosotros vamos a considerar la clasificación siguiente:

1. LÍPIDOS SIMPLES:
   - Ácidos grasos
   - Glicéridos
   - Ceras
2. LÍPIDOS COMPLEJOS:
   - Fosfolípidos
   - Esfingolípidos
3. LÍPIDOS ASOCIADOS:
   - Esteroides
   - Carotenoides

Ácidos Grasos

Aunque los *ácidos grasos* se encuentran en cantidades muy grandes como componentes fundamentales de lípidos, en estado libre aparecen solamente en trazas. Todos ellos poseen una cadena hidrocarbonada larga con un grupo carboxilo terminal, la cadena hidrocarbonada puede ser saturada o insaturada (Fig. 30).

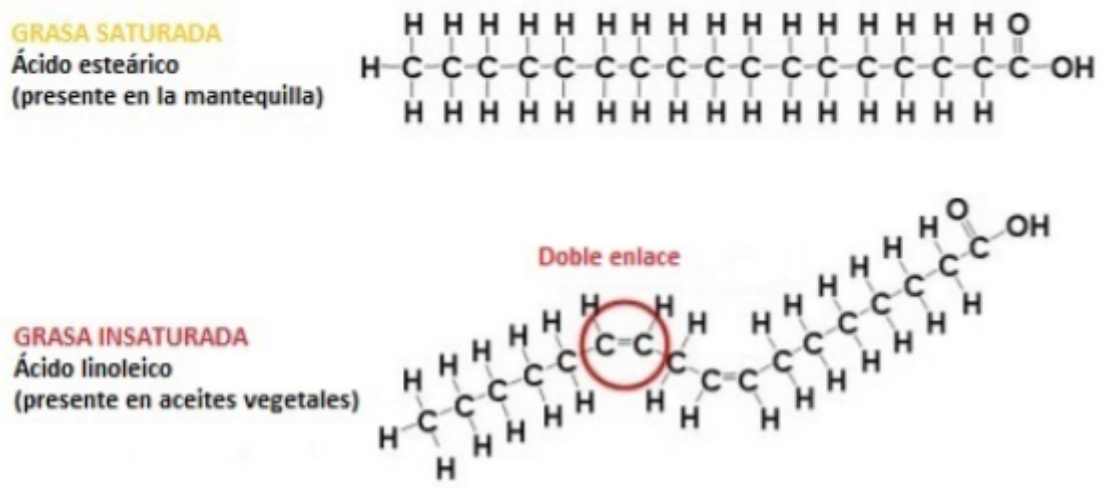


Fig. 30. Diferencias estructurales entre una grasa saturada e insaturada.

El *ácido graso saturado* es aquel cuyos átomos de carbono se unen por medio de enlaces simples C-C y completan su valencia uniéndose a átomos de hidrógeno, se dice que están saturados de hidrógeno. Se denominan *insaturados* cuando poseen enlaces dobles C=C, la insaturación influye en sus propiedades físicas.

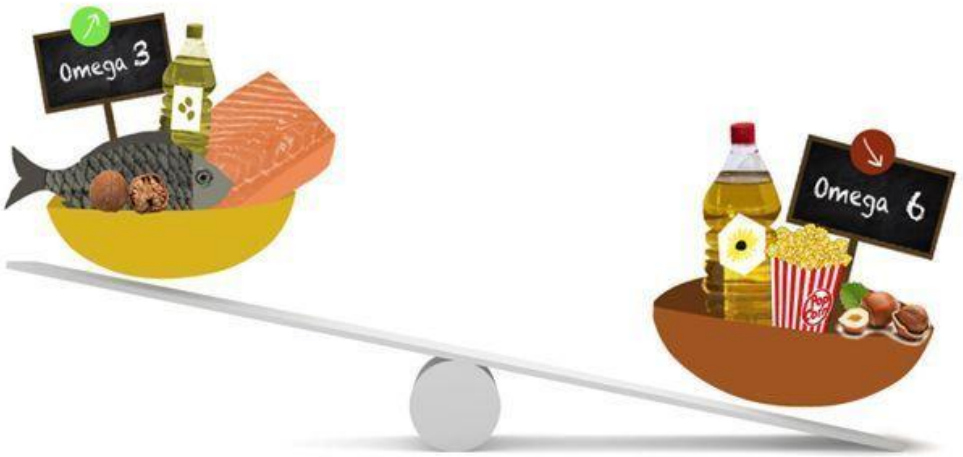
Ácidos grasos Esenciales

Omega-3 y Omega-6 son ácidos grasos *poliinsaturados* de 18 a 20 átomos de carbono que presentan al menos dos enlaces dobles. Se los denomina esenciales porque nuestro organismo no los produce y su carencia ocasiona varias enfermedades. Reumatismos, alergias, várices, fibromas, pólipos, hipertensión, eccema, caída del cabello, infecciones frecuentes, mala cicatrización, pérdida de visión, edema, piel seca son sólo algunas de las enfermedades relacionadas con la carencia o insuficiencia de ácidos grasos esenciales. Se encuentran principalmente en los aceites.

Los ácidos esenciales están involucrados en funciones vitales, especialmente:

- en la estructura de las membranas celulares
- en la síntesis de numerosos componentes importantes como mielina y prostaglandinas.

A estos ácidos grasos se los suele clasificar en dos grandes familias: los Omega-3 y los Omega-6.



Dentro del grupo de compuestos insaturados, encontramos ácidos grasos Omega-9. Este ácido es conocido también como ácidos oleicos o grasas monoinsaturadas. A diferencia de los omegas 3 y 6, el cuerpo los produce y por lo tanto no se lo puede incluir dentro de los ácidos esenciales. Sin embargo, al igual que los anteriores su ingesta es muy importante ya que se encuentra involucrado en las mismas funciones vitales que los ácidos omega-3 y omega-6.

La presencia de dobles enlaces genera curvas en la estructura de los compuestos insaturados favoreciendo que nuestras membranas celulares sean flexibles y permeables, permitiendo el ingreso y salida de compuestos.

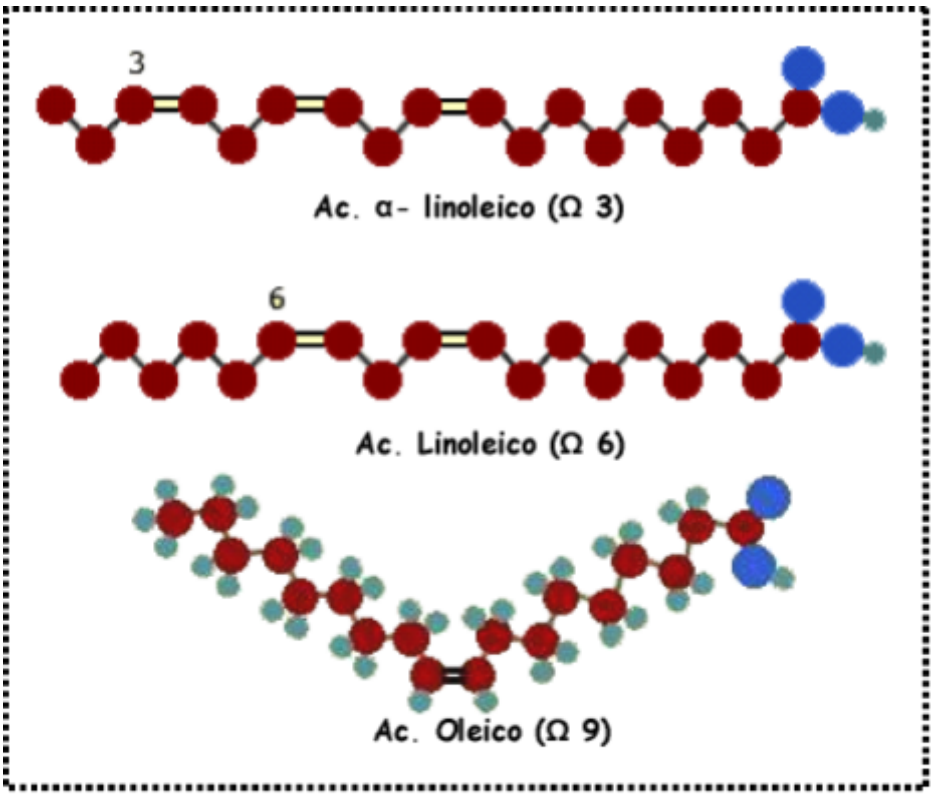


Fig. 31: Estructura típica de ácidos grasos omega 3, 6 y 9. La figura muestra que si una grasa insaturada es una omega-3 o -6 o -9 depende de la ubicación del primer doble enlace. El extremo ácido de una molécula (COOH) es llamado alfa y el opuesto es el omega. El primer doble enlace en una grasa omega-3 ocurre entre el tercer y cuarto átomo de carbono desde el extremo omega. Para las omega-6, entre el sexto y séptimo y para las omega-9, entre el noveno y el décimo

Triglicéridos

Son ésteres de ácidos grasos con un alcohol de tres átomos de carbono denominado glicerol. Los triglicéridos o grasas neutras son componentes principales del tejido graso que desempeñan principalmente la función de reserva de energía.

La combinación química del glicerol con los ácidos grasos se hace a través de un enlace covalente denominado enlace éster y dicha reacción implica la liberación de moléculas de agua (Fig. 32).

Las grasas que contienen ácidos grasos insaturados generalmente están en estado líquido a temperatura ambiente y son los aceites. Las grasas saturadas tienden a ser sólidas a temperatura ambiente como la manteca y la grasa animal.

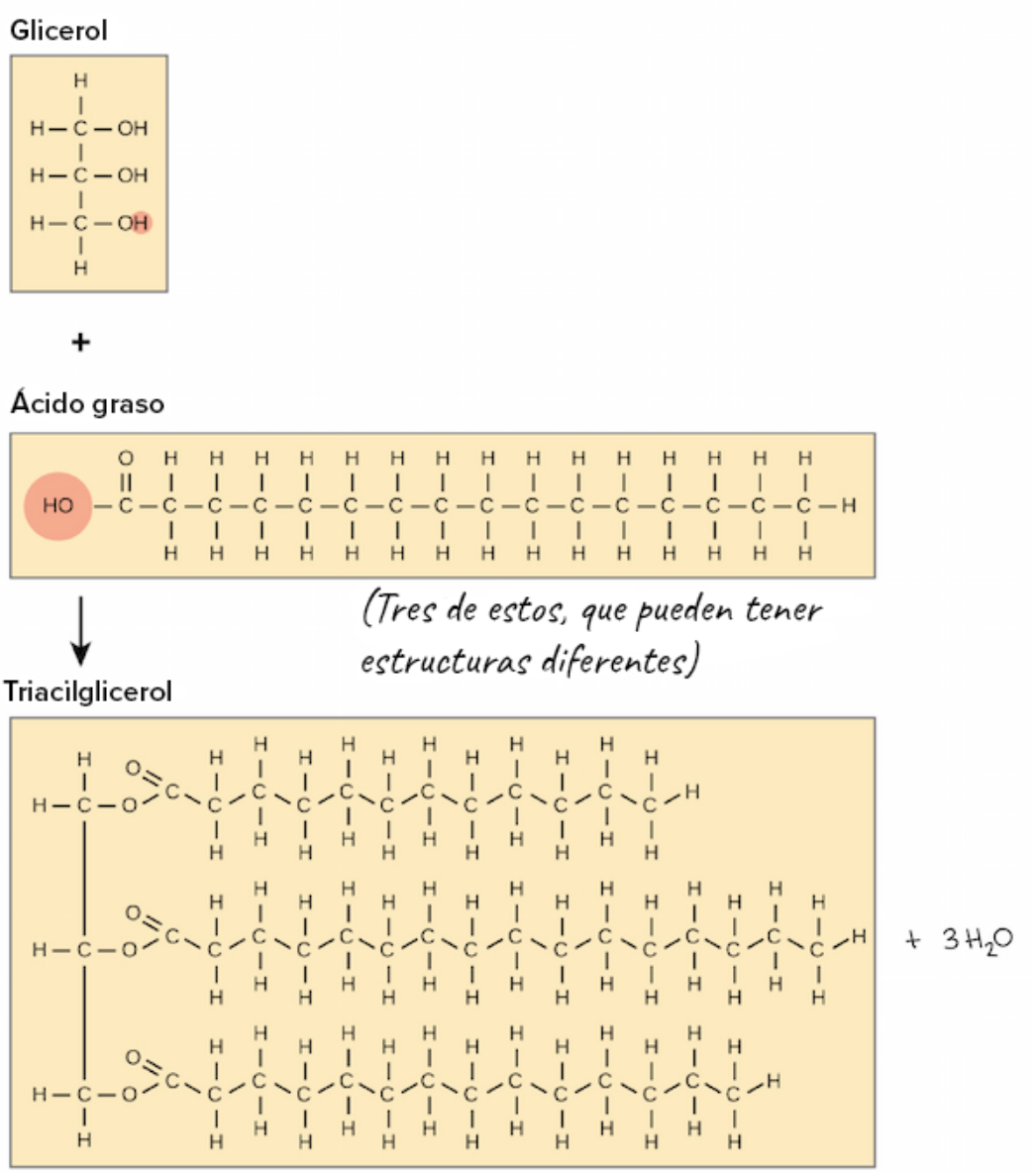


Fig. 32. Estructura química simplificada de un triglicérido.

Ceras

Son ésteres de un alcohol de elevado peso molecular con ácidos grasos. Las ceras cumplen funciones protectoras como lubricantes e impermeabilizantes en la piel, plumas, cutículas de animales y estructurales en panales de abejas; en hojas y frutos evitan una excesiva evaporación (Fig.33).







Fig. 33. La cera de las abejas (*Apis melifera*), la cera que produce el brillo de las manzanas (*Malus domestica*) y la cera del oído externo son ejemplo de lípidos.

Fosfolípidos

Son una clase importante de lípidos que intervienen en la composición de las membranas celulares. Se trata de moléculas anfipáticas porque poseen un extremo hidrofílico y otro hidrofóbico. Un **fosfolípido** (Fig. 34) consiste en una molécula de glicerol unida a dos moléculas de ácidos grasos y a un grupo fosfato, este último combinado con un compuesto orgánico (por ej. colina).

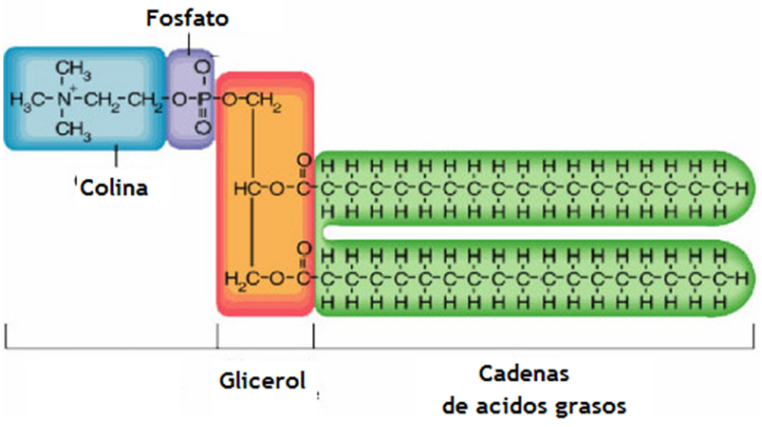


Fig 34. Esquema de la estructura de un fosfolípido.

Los dos extremos de la molécula de fosfolípidos difieren física y químicamente. La porción de ácido graso es hidrófoba e insoluble en agua. Sin embargo, la porción compuesta de glicerol y la base orgánica se ioniza y es muy hidrosoluble, por lo que se clasifica como hidrófila. Las propiedades anfipáticas de esta molécula de lípidos hace que asuman cierta configuración en presencia de agua, de modo que su extremo hidrosoluble o hidrófilo queda orientado hacia el agua circundante, en tanto que la zona hidrófoba se orienta en dirección opuesta (FIg. 35)

La membrana celular se forma de una bicapa de lípidos (dos capas de moléculas de fosfolípidos). Sus colas hidrofóbicas se unen en la parte intermedia, en cambio las cabezas hidrófilas se orientan hacia el agua del exterior celular y del citoplasma.

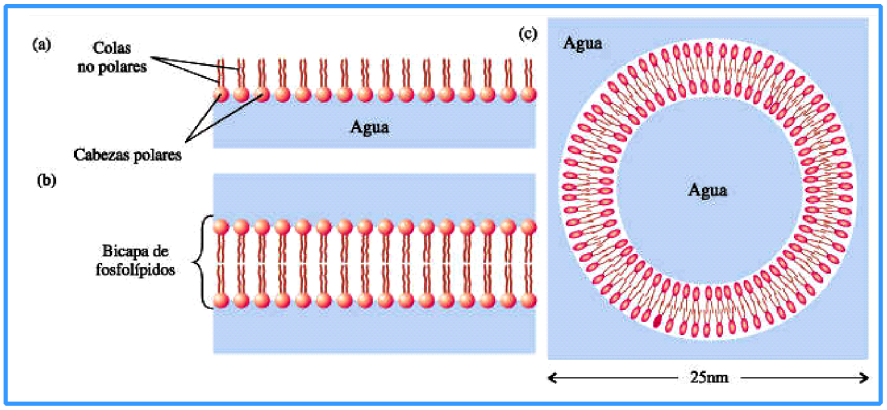


Fig. 35. Comportamiento de los fosfolípidos en presencia de agua. (modificado de Curtis H. Curtis Biología. 2008)

Esfingolípidos

Son compuestos que contienen un aminoalcohol (esfingosina) unido a una molécula de ácido graso de cadena larga la cual puede unirse a un azúcar u otra molécula compleja con ácido fosfórico. Las moléculas de los esfingolípidos presentan propiedades anfipáticas, es decir, tanto hidrofóbicas como hidrofílicas, lo que les permite desempeñar un papel importante en la formación de membranas biológicas. Estos compuestos son importantes constituyentes de la membrana en el tejido nervioso ya que son aislantes eléctricos y conforman las vainas de mielina que envuelven el axón de las neuronas (Fig.36).

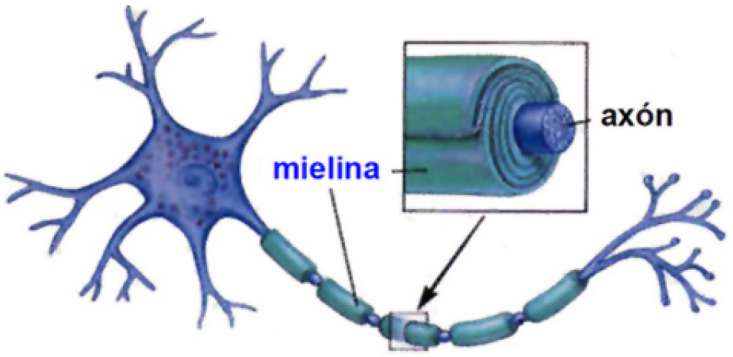


Fig. 36. Neurona con mielina.

Esteroides

Aunque los esteroides se clasifican junto con los lípidos su estructura es muy diferente. Tienen en común con los lípidos su escasa solubilidad en agua y alta solubilidad en solventes orgánicos.

Estas sustancias tienen como base una estructura policíclica formada por tres anillos de seis átomos de carbono y un anillo de cinco carbonos denominado ciclo pentanoperhidrofenantreno (Fig. 37), que es la base para la síntesis de numerosos compuestos tales como:

- Colesterol: es el esteroide más difundido en los animales, se encuentra a nivel de las membranas biológicas regulando su fluidez, los vegetales poseen otro tipo de esteroides en la membrana.
- Hormonas esteroidales como la testosterona y el estrógeno.

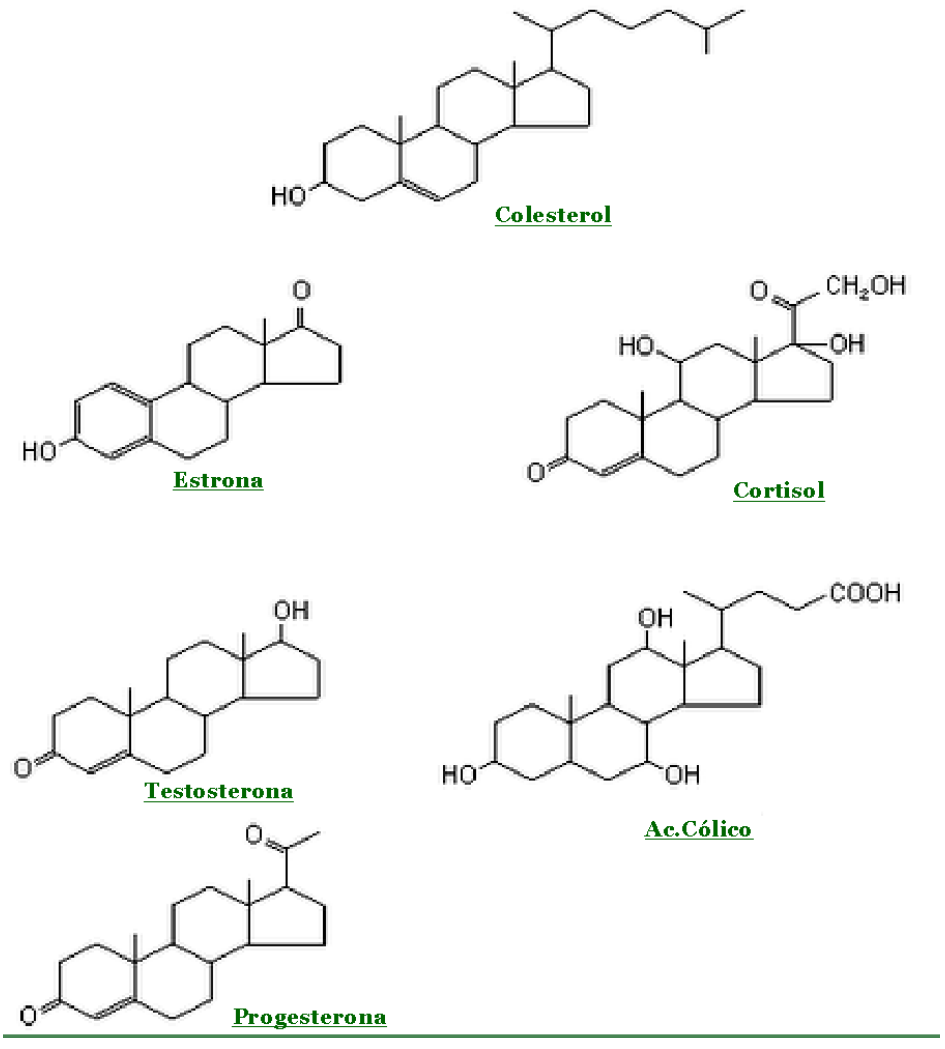


Fig. 37. Moléculas esteroideas derivadas del ciclopentanoperhidrofenantreno (modificado Bioquímica de Lehninger. 1983).

Carotenoides

Presentan una estructura carbonada compuesta por cadenas lineales y ciclos. Son pigmentos vegetales insolubles en agua, de consistencia aceitosa y tiene funciones importantes en la fotosíntesis por su capacidad de captar la luz (Fig. 38).

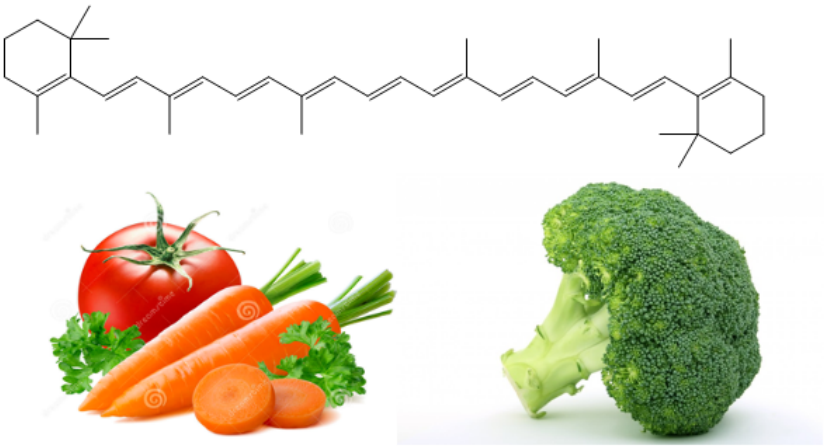


Fig.38: Estructura molecular del β-caroteno y vegetales que lo poseen.

Vitaminas Liposolubles

Las *vitaminas liposolubles* son compuestos de carbono insolubles en agua imprescindibles para la vida. Su ingesta en forma equilibrada y en dosis específicas es trascendental para promover el correcto funcionamiento fisiológico. La mayoría de las vitaminas son esenciales y no pueden ser sintetizadas por el organismo, por lo que deben ser obtenidas a través de la ingesta equilibrada de alimentos naturales que las contienen. Dentro de las vitaminas liposolubles se incluyen las vitaminas A, D, E y K (Fig. 39). El organismo puede almacenarlas fácilmente como reserva, su carencia estaría basada en malos hábitos alimentarios



Fig. 39 : Función de las vitaminas liposolubles

Proteínas

Las **proteínas** son las moléculas orgánicas más abundantes en las células, constituyendo el 50% o más de su peso seco. Son fundamentales en todos los aspectos de la estructura y función celular. Existen muchas clases de proteínas, cada una de ellas especializada en una función biológica diferente.

Composición de las proteínas

Se han aislado centenares, todas ellas contienen carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno. Pueden además contener azufre y en algunos tipos de proteínas, fósforo, hierro, magnesio y cobre entre otros elementos. Los pesos moleculares de las proteínas son muy elevados. Por hidrólisis ácida, las moléculas proteicas dan una serie de compuestos orgánicos sencillos de bajo peso molecular, los **aminoácidos**.

Todos los aminoácidos tienen la misma estructura fundamental: un grupo carboxilo terminal y un grupo amino terminal unidos a un mismo átomo de carbono al que también se le une un grupo R o cadena lateral, esta última difiere en todos los aminoácidos (Fig. 40).

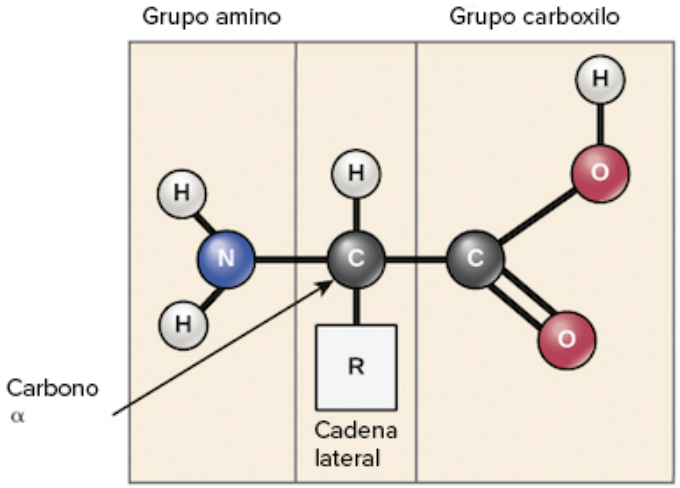
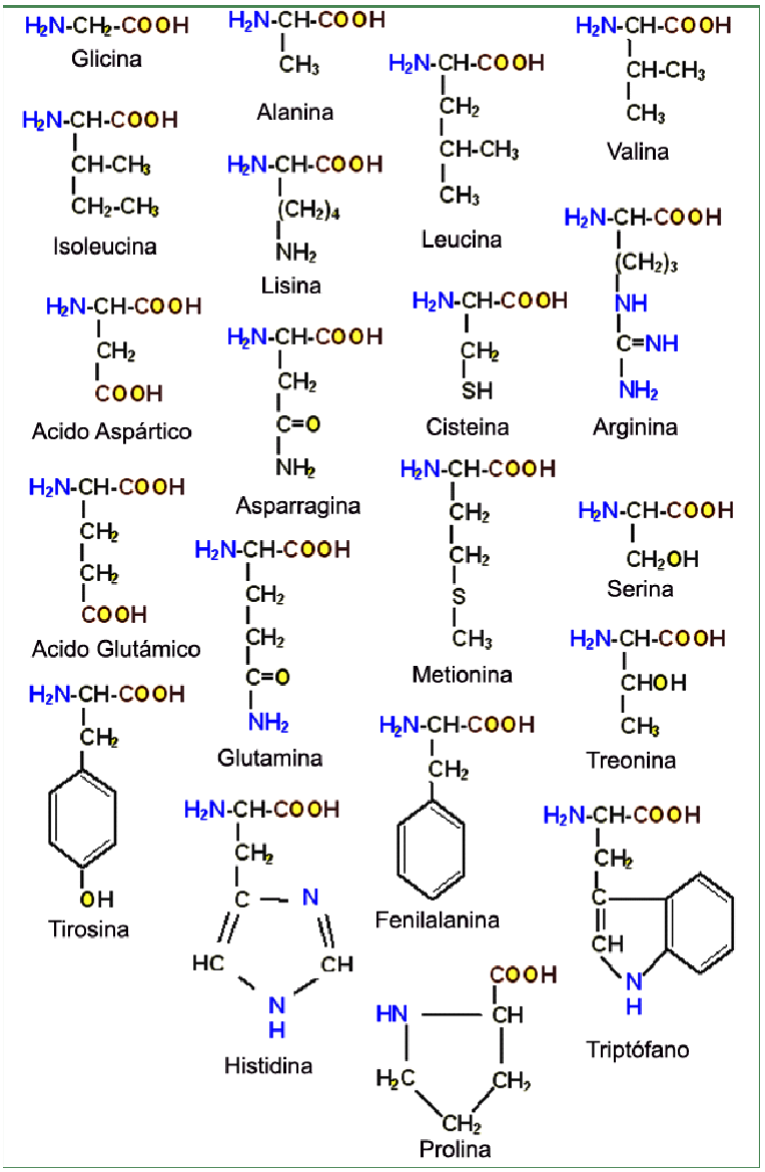


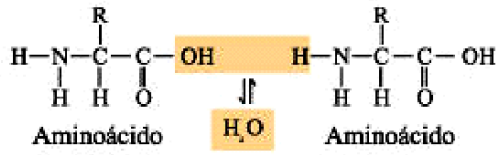
Fig. 40. Esquema de un aminoácido.

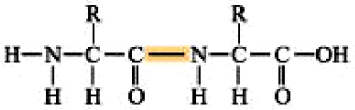
Solamente se encuentran 20 aminoácidos diferentes como constituyentes básicos de las proteínas (Fig. 41).

La unión entre aminoácidos para formar una proteína se produce entre el grupo amino de un aminoácido y el carboxilo de otro, con pérdida de una molécula de agua. Esta unión se llama **enlace peptídico** y la molécula que se forma por la unión de muchos aminoácidos se llama polipéptido (Fig.42).

Fig.41. Fórmula química de los 20 aminoácidos constituyentes de proteínas. (modificado Bioquímica de Lehninger. 1983)







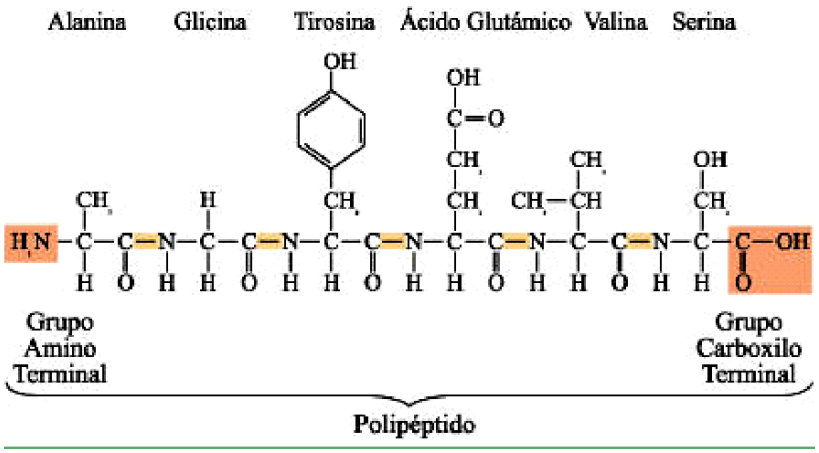


Fig. 42. Enlace peptídico. Polipéptido. (extraído de Curtis Biología Curtis y col. 2008)

Las cadenas polipeptídicas de las proteínas no son polímeros al azar de longitud indefinida. Cada cadena polipeptídica posee un peso molecular y una secuencia ordenada de sus aminoácidos estructurales, una forma tridimensional y una composición química específica. Todas estas características conforman lo que se denomina *conformación nativa*.

Los diferentes niveles de la estructura proteica (Fig. 42) se definen de la siguiente manera:

Estructura primaria es la secuencia lineal de aminoácidos según el ordenamiento establecido por el código genético (DNA).

Estructura secundaria se refiere a la disposición espacial que adoptan las cadenas polipeptídicas, esta puede ser el enrollamiento de una cadena en forma de espiral que se mantiene por la formación de puentes de hidrógeno entre sus aminoácidos lo que le confiere elasticidad, denominada **α hélice** y otra estructura que consta de muchas cadenas extendidas en zigzag una al lado de la otra, unidas por puentes de hidrógeno que le otorgan rigidez denominada **β plegada.**

Estructura terciaria consiste en el plegamiento de la estructura secundaria sobre sí misma, formándose una estructura globular específica. Los pliegues se mantienen en su lugar por uniones puente de hidrógeno y disulfuro e interacciones iónicas e hidrofóbicas.

Estructura cuaternaria está formada por varias cadenas plegadas que se mantienen unidas por puentes de hidrógeno y disulfuro. A menudo las cadenas presentan un efecto cooperativo por lo tanto la actividad biológica de una proteína cuaternaria es mucho mayor que la suma de las actividades de cada una de las cadenas por separado. De la estructura espacial depende la actividad biológica de las proteínas.

Clasificación de las proteínas

Existen dos maneras de clasificar a las proteínas: de acuerdo a su composición y de acuerdo a su conformación.

Considerando la composición de las proteínas se pueden distinguir simples y conjugadas. Las **proteínas simples** son aquellas que por hidrólisis producen solamente aminoácidos. Contienen habitualmente 50% de carbono, 7% de hidrógeno, 23% de oxígeno, 16% de nitrógeno y de 0 a 3% de azufre. Las **proteínas conjugadas** por hidrólisis produce aminoácidos y otros compuestos orgánicos o inorgánicos, por ejemplo lipoproteínas, glucoproteínas. La porción no aminoácida de una proteína conjugada se denomina grupo prostético.

Basándose en su conformación diferenciamos fibrosas y globulares. Las **proteínas fibrosas** se hallan constituidas por cadenas polipeptídicas ordenadas de modo paralelo a lo largo de un eje, formando fibras o láminas largas. Son materiales físicamente resistentes e insolubles en agua. Son los elementos básicos estructurales del tejido conjuntivo de animales superiores, tales como el colágeno de los tendones y la matriz de los huesos, por ejemplo la α queratina del pelo, cuernos, uñas, cuero y plumas y la elastina del tejido conjuntivo elástico. Las **proteínas globulares**, por su parte, están constituidas por cadenas polipeptídicas plegadas estrechamente de

modo que adoptan formas esféricas o globulares compactas. La mayor parte de las proteínas globulares son solubles en los sistemas acuosos. Generalmente desempeñan una función móvil o dinámica en la célula, por ejemplo las proteínas globulares son: la mayoría de los enzimas, anticuerpos, algunas hormonas y muchas proteínas que desempeñan una función de transporte como la hemoglobina.

Desnaturalización

Cada proteína tiene su propia forma única. Si se cambia la temperatura o el pH del entorno de una proteína o si está expuesta a sustancias químicas, estas interacciones la pueden alterar, provocando la pérdida de la estructura tridimensional y convirtiéndola en una simple cadena de aminoácidos. Cuando una proteína pierde su estructura de mayor orden, pero no su secuencia primaria, se dice que ha sido desnaturalizada y ya no es funcional.

En este caso, la desnaturalización puede revertirse: dado que la estructura primaria del polipéptido sigue intacta (los aminoácidos no se han separado), es posible que recupere su funcionalidad si regresa a su entorno normal. No obstante, en otras ocasiones la desnaturalización es permanente. Un ejemplo de desnaturalización irreversible de la proteína ocurre al freír o hervir un huevo. La proteína albúmina de la clara líquida se vuelve opaca y sólida conforme se desnaturaliza por el calor de la estufa, y no regresará a su forma original cruda incluso cuando se enfría.

Las proteínas poseen diversas funciones biológicas:

- De regulación: son materia prima para la formación de los jugos digestivos, hormonas, proteínas plasmáticas, vitaminas y enzimas que llevan a cabo las reacciones químicas que se realizan en el organismo.
- De defensa: en la formación de anticuerpos y factores de regulación que actúan contra infecciones o agentes extraños.
- De transporte: son capaces de unirse a la molécula específica a ser transportada. Por ejemplo, las lipoproteínas del plasma transportan lípidos entre el intestino, el hígado y los tejidos adiposos.
- De energía: pueden aportar 4 kcal por gramo de energía al organismo.
- De catalizador biológicos: las enzimas representan la clase más amplia, se conocen cerca de dos millones de enzimas diferentes cada uno de los cuales catalizan o aceleran un tipo específico de reacción química. Su estructura nativa plegada responde a la conformación globular.
- De contracción muscular: se realiza a través de proteínas contráctiles que permiten el movimiento celular (actina y miosina).
- De estructura: como las proteínas que constituyen las membranas celulares, tejidos de sostén y relleno como el conjuntivo, colágeno, las sedas de arañas y gusanos y elastina entre otras.
- De almacenamiento: la albúmina del huevo y la caseína de la leche.

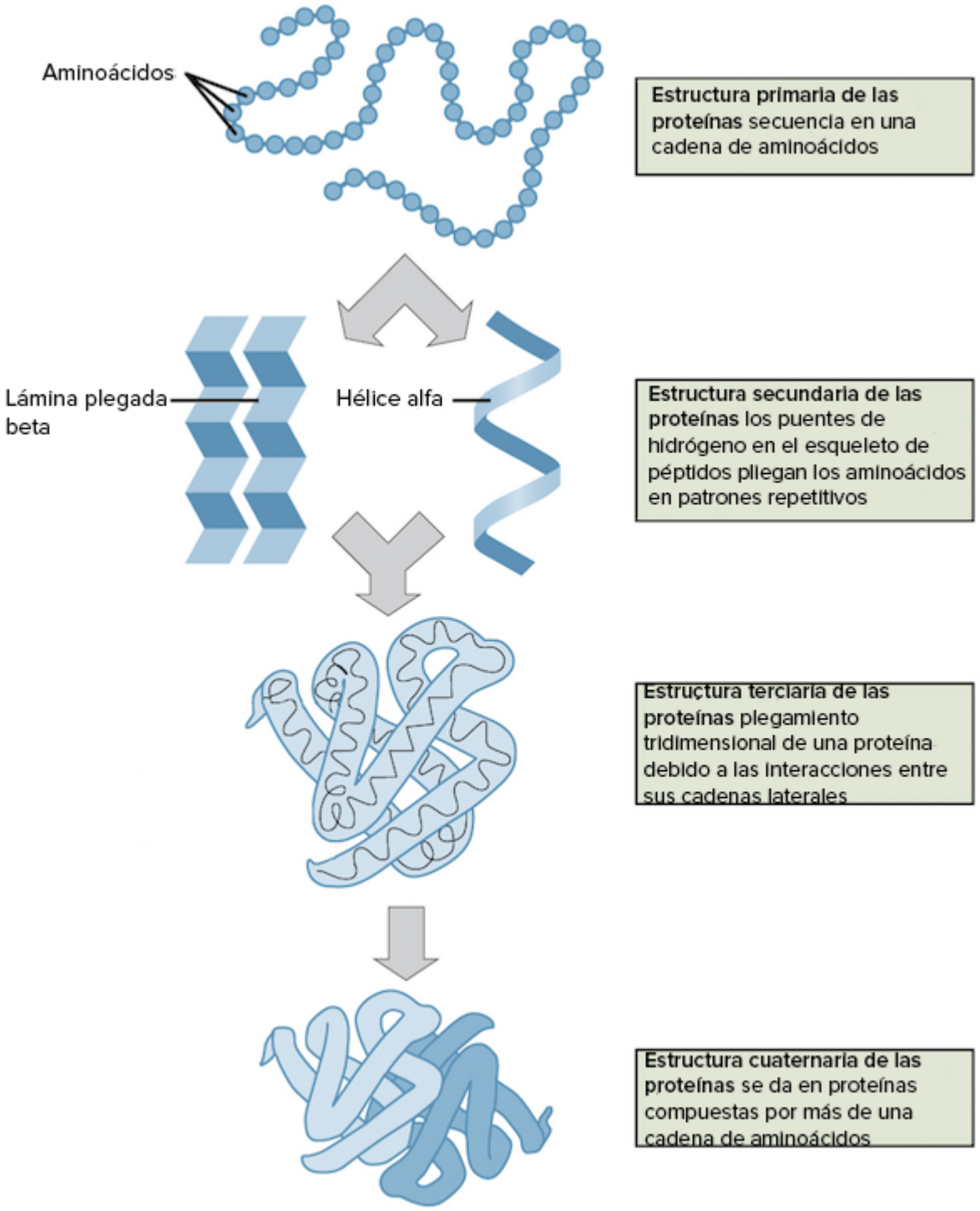


Fig. 42. Niveles estructurales de una proteína

El siguiente cuadro resume algunos ejemplos de proteínas con sus respectivas localizaciones y funciones.

Función	Ejemplos	Funciones
Enzima digestiva	Amilasa, lipasa, pepsina	Degrada los nutrientes en los alimentos en trozos más pequeños que pueden ser absorbidos fácilmente
Transporte	Hemoglobina	Transporta sustancias por el cuerpo en la sangre o linfa
Estructura	Actina, tubulina, queratina	Forma diferentes estructuras, como el citoesqueleto
Señalización hormonal	Insulina, glucagón	Coordina la actividad de diferentes sistemas del cuerpo
Defensa	Anticuerpos	Protege el cuerpo de patógenos externos
Contracción	Miosina	Lleva a cabo la contracción muscular
Almacenamiento	Proteínas de almacenamiento en verduras, clara de huevo (albúmina)	Proporciona alimento para el desarrollo temprano del embrión o la plántula

Cuadro 5. Ejemplos de proteínas y sus funciones.

Ácidos Nucleicos

Los **ácidos nucleicos** son macromoléculas, polímeros formados por la repetición de monómeros llamados *nucleótidos*, unidos mediante enlaces fosfodiéster. Existen dos tipos de ácidos nucleicos: DNA (ácido desoxirribonucleico) y RNA (ácido ribonucleico). Aunque los ácidos nucleicos reciben esta denominación porque el DNA fue aislado por primera vez, del núcleo celular, tanto el DNA como el RNA se encuentran, también, en otras partes de las células.

Desde el punto de vista estructural, al igual que los aminoácidos son las unidades monoméricas de los polipéptidos, los nucleótidos son las unidades monoméricas de los ácidos nucleicos. La analogía entre las proteínas y los ácidos nucleicos puede aún llevarnos más lejos. Así como un tipo de molécula proteica se distingue de otra, por la secuencia de las cadenas laterales características, o grupos R, de los aminoácidos monómeros, cada tipo de ácido nucleico se distingue por la secuencia de las bases heterocíclicas características de sus monómeros nucleotídicos.

La función de los ácidos nucleicos no se reduce, a contener toda la información genética de un organismo vivo sino que también presentan secuencias regulatorias que controlan la expresión de las diferentes genes, por sí mismas o a su vez controladas por otras moléculas (hormonas, factores de crecimiento, señales

químicas en general); asimismo hay ácidos nucleicos implicados en la transmisión y procesado de la información genética y también ácidos nucleicos con funciones catalíticas (ribozimas).

Nucleótidos

Las unidades monómeras de los ácidos nucleicos se denominan *nucleótidos*. Cada nucleótido contiene tres componentes característicos; 1) Una base nitrogenada heterocíclica, que es un derivado de la purina o de la pirimidina; 2) un azúcar pentosa, y 3) una molécula de ácido fosfórico. La pentosa está unida a la base por un enlace establecido entre el átomo de carbono 1 de la pentosa y un átomo de nitrógeno de las bases purínicas y pirimidínicas (Fig. 43).

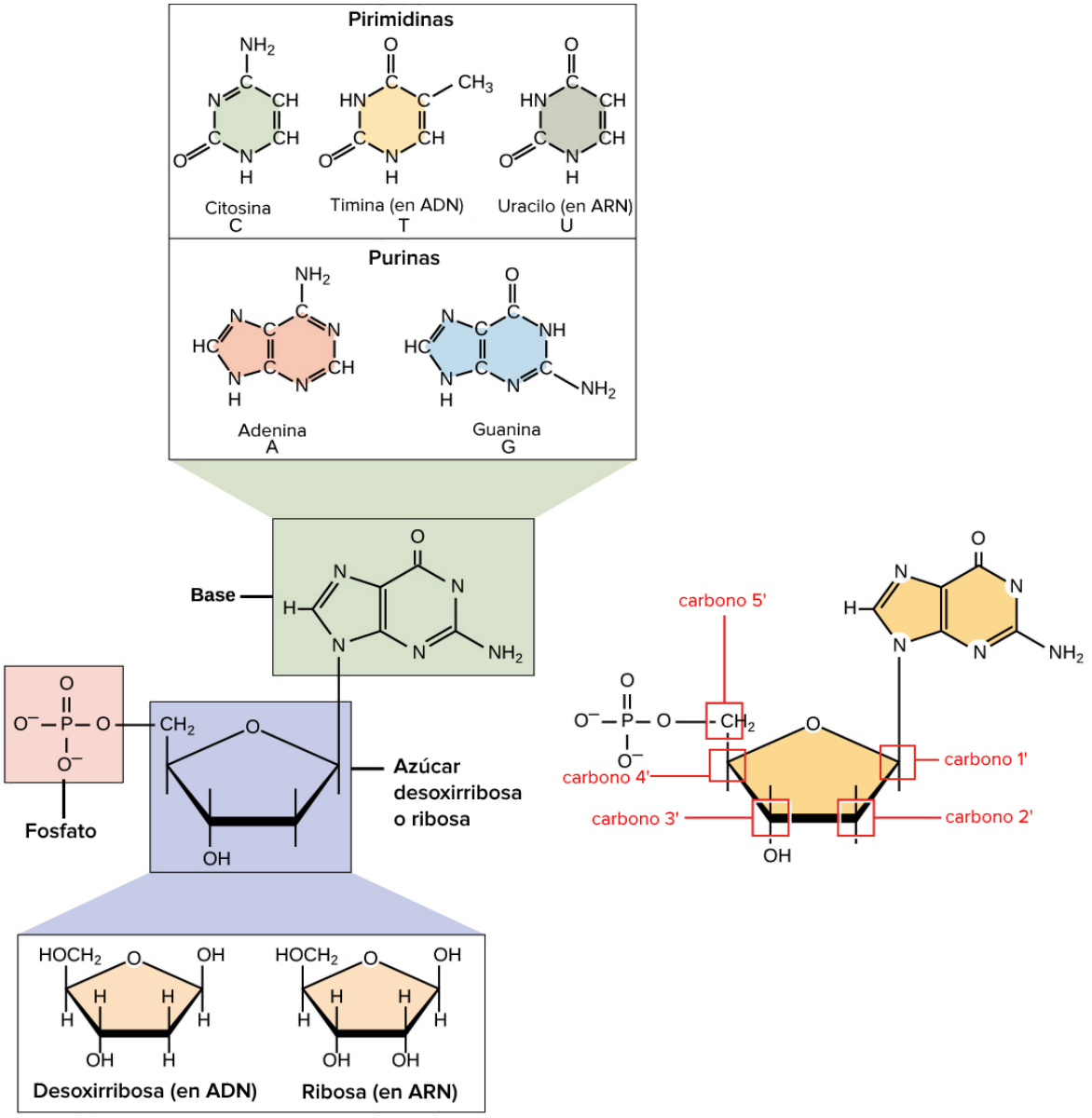


Fig. 43. Descripción de la conformación de los diferentes nucleótidos.

El grupo fosfato de los nucleótidos se halla unido mediante enlace éster al átomo de carbono 5 de la pentosa.

Los nucleótidos se unen entre sí por uniones fosfodiéster que se producen entre la pentosa de un nucleótido y el fosfato unido a la pentosa del nucleótido siguiente, formándose una cadena sin ramificaciones. Es un ejemplo de ellos también el ATP (lo estudiaremos en la unidad 3).

Ácido desoxirribonucleico

La *molécula de DNA* está constituida por dos cadenas de polinucleótidos dispuestas helicoidalmente alrededor de un eje imaginario. Las dos cadenas son antiparalelas, lo cual significa que sus uniones 3' 5'-fosfodiéster siguen direcciones opuestas. Los componentes del DNA son cuatro desoxirribonucleótidos diferentes; difieren entre sí, solamente por sus bases nitrogenadas, componentes, de las cuales reciben el nombre. Las cuatro bases características de las unidades desoxirribonucleótidos del DNA son *adenina* y *guanina* (derivados de la purina) y *citosina* y *timina* (derivados de la pirimidina). Ambas cadenas se hallan unidas entre sí por medio de puentes hidrógeno, establecidos entre los pares de bases, los puentes hidrógeno se forman entre Adenina (A) y Timina (T) y entre Guanina (G) y Citosina (C). Es importante observar que entre las A y las T se forman dos puentes hidrógeno, y entre las C y las G, tres puentes de hidrógeno. (Fig. 44)

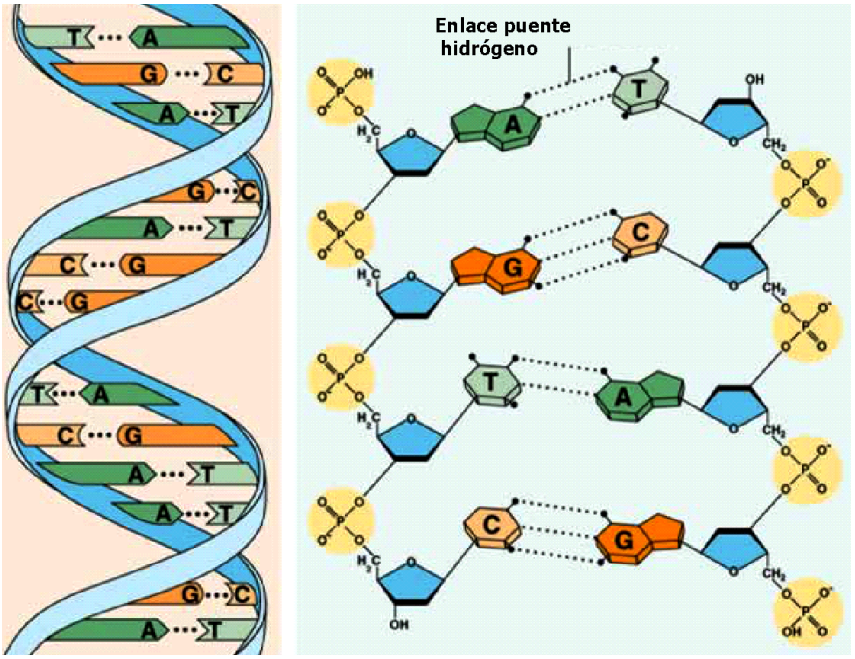


Fig. 44. Conformación del ADN. Enlaces puente hidrógeno entre las cadenas de nucleótidos.

Ácido ribonucleico

El *RNA* está formado por una única cadena de nucleótidos. Como en el DNA, los componentes principales de los RNA son cuatro ribonucleótidos diferentes; contienen las bases purínicas *adenina* y *guanina*, y las bases pirimidínicas *citosina* y *uracilo*. Como azúcar, este ácido nucleico contiene una pentosa, la ribosa. Podemos distinguir tres tipos diferentes de RNA (Fig. 45):

- **RNA mensajero (RNAm),** se sintetiza en el núcleo de la célula, y su secuencia de bases es complementaria de un fragmento de una de las cadenas de ADN. Actúa como intermediario en el traslado de la información genética desde el núcleo hasta el citoplasma. Después de su síntesis sale del núcleo a través de los poros nucleares asociándose a una organela denominada ribosoma, donde actúa como molde y ordena los aminoácidos en la futura cadena proteica.
- **RNA ribosómico (RNAr),** es el más abundante (80 por ciento del total del RNA), constituye las organelas llamadas ribosomas. El RNA ribosómico recién sintetizado es empaquetado con proteínas ribosómicas, dando lugar a las dos subunidades del ribosoma. Estas organelas proporcionan el sostén molecular para las reacciones químicas que dan lugar a la síntesis proteica.
- **RNA de transferencia (RNAt)**, existe en forma de moléculas pequeñas libres en el citoplasma. Consta de una sola hebra, cuya molécula puede presentar zonas plegadas gracias a los enlaces puente de hidrógeno que se forman entre bases complementarias, lo que permite que se formen una serie de brazos, bucles o asas. Su función es la de captar aminoácidos en el citoplasma uniéndose a ellos y transportándolos hasta los ribosomas, donde se lleva a cabo la síntesis de una proteína.

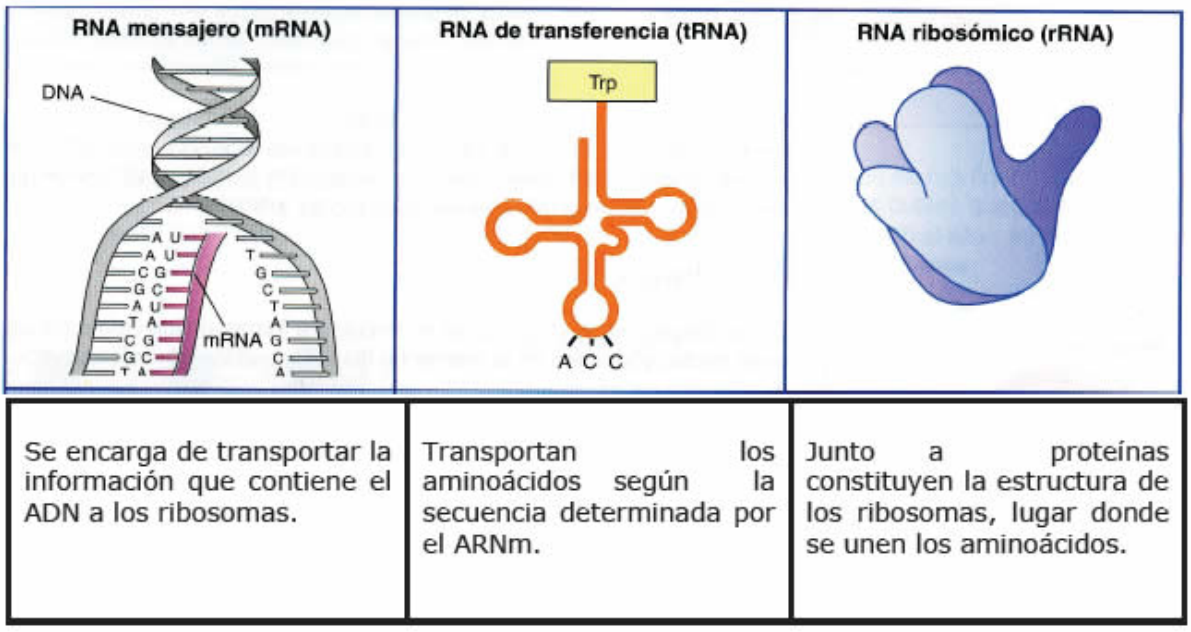


Fig. 45. Diferentes tipos de ARN.

	ADN	ARN
Función	Repositorio de información genética	Involucrado en la síntesis de proteínas y la regulación génica; portador de la información genética en algunos virus
Azúcar	Desoxirribosa	Ribosa
Estructura	Hélice doble	Generalmente monocatenario
Bases	C, T, A, G	C, U, A, G

Cuadro 6: Diferencias entre ADN y ARN

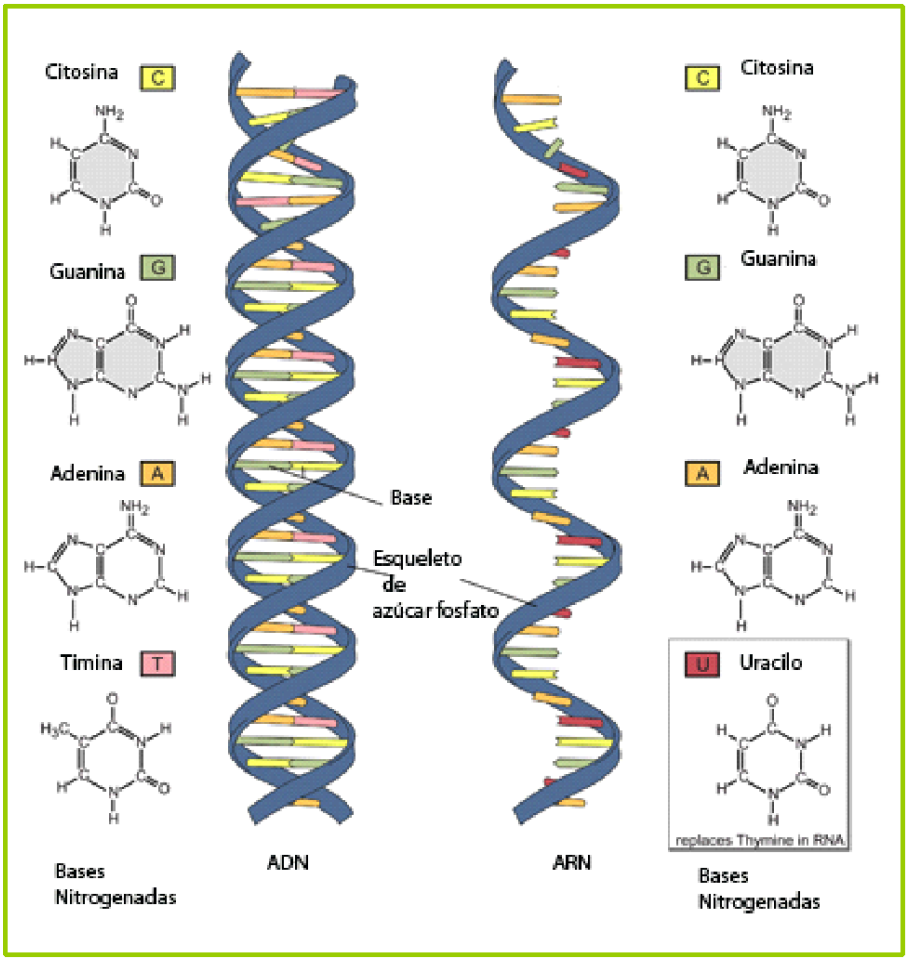


Fig. 46: Diferencias entre el DNA y el RNA.

Actividades

COMPUESTOS INORGÁNICOS Y AGUA

1. Dé ejemplos de 2 elementos químicos biológicos de cada grupo, indicando sus funciones en los seres vivos.
2. Dibuje la molécula de agua y marque las zonas con carga positiva y negativa.
3. ¿Cuáles son las consecuencias de la polaridad de la molécula de agua y de qué manera estos efectos son importantes para los sistemas vivos?
4. ¿Por qué se rompe una botella de agua olvidada en el freezer?
5. De qué forma el alto calor específico y el alto calor de vaporización del agua beneficia a los sistemas vivientes?
6. Complete el siguiente cuadro con las medidas de pH, concentración de iones hidrógeno o concentración de iones oxidrilos según corresponda.

EJEMPLO	**$[H^+]$ mol/l**	**$[OH^-]$ mol/l**	**pH**
Agua	0.0000001 (10^{-7})	0.0000001	7
Café	0.00001		
Vinagre		0.000000001	
Limpia hornos		0.1	
Clara de huevo	0.00000001		

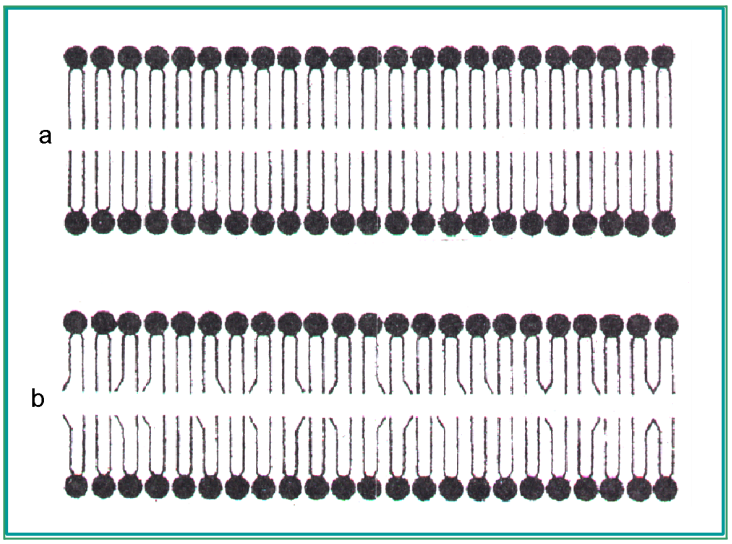
CARBOHIDRATOS

1. El átomo de carbono posee propiedades químicas que lo habilitan como un elemento adecuado para constituir un esqueleto de moléculas de gran tamaño. Identifique cuáles son esas propiedades y qué características generan en el carbono.
2. Diferencie entre los siguientes términos: monómeros / polímeros, enlace α / enlace β, monosacáridos/ oligosacáridos, polisacárido estructural / polisacárido de reserva.
3. Químicamente ¿qué es un carbohidrato? ¿Cómo se pueden clasificar los carbohidratos de acuerdo al número de unidades de azúcar, de números de carbonos presentes? ¿Cuál es su importancia biológica?
4. Entre los carbohidratos de gran importancia biológica podemos citar ejemplos de:
   Hexosas: ....
   Pentosas: ....
5. La glucosa, posee gran importancia biológica. Justifique brevemente esta afirmación.
6. Mencione dos disacáridos y diga qué moléculas los componen

7. Almidón, Glucógeno y Celulosa están constituidos por el mismo monómero, pero las propiedades que poseen son muy distintas. Explique estas diferencias y diga las causas que las originan.

LÍPIDOS

1. Investiga en qué alimentos se encuentran los ácidos grasos Omega-9 y los ácidos grasos Omega-6. ¿Cuáles son los que más se consumen?¿Cómo afecta a nuestra salud?
2. Los lípidos desempeñan numerosas funciones biológicas que derivan de determinadas propiedades químicas. Seleccione dos funciones que los lípidos desempeñan en los seres vivos y explique qué propiedades químicas los habilitan para las mismas.
3. Naturalmente, las plantas o animales contienen grasas insaturadas de las formas llamadas 'cis'. La exposición prolongada al calor (frituras) crea también grasas trans o saturadas por pérdida de la doble unión y permitiendo su transformación en cadena lineal.
   - Estos cambios estructurales ¿ Qué trastornos pueden provocar en la salud?
4. Esquematice un fosfolípido, señale sus partes e indique cuál es su composición química y propiedades.
5. Mencione la importancia biológica de:
   - Triglicéridos
   - Fosfolípidos
   - Esteroides
6. Las membranas biológicas tienen una estructura base que está organizada en una bicapa de fosfolípidos. En la siguiente figura se esquematizan dos bicapas de fosfolípidos (a y b).
   - ¿Qué diferencia estructural observa entre las membranas a y b?
   - ¿Qué ocurriría con las membranas a y b si se incorpora colesterol? ¿Por qué?



7. Establezca la relación entre las moléculas de caroteno y la de vitamina A.

PROTEÍNAS

1. Enunciar una definición del concepto de conformación nativa.
2. Esquematice un aminoácido y señale los grupos funcionales que presenta.
3. Defina los siguientes términos: unión peptídica, polipéptido, glucoproteínas, lipoproteínas.
4. ¿Cuáles son los niveles de estructura de las proteínas? Defina cada uno de ellos y esquematice.
5. Complete el siguiente cuadro comparativo entre las proteínas fibrosas y las globulares.

	Proteínas fibrosas	**Proteínas globulares**
Estructura		
Solubilidad en agua		
Función		
Ejemplos		

6. La exposición al calor en la queratina del pelo hace que el mismo quede liso ¿Cómo se denomina el proceso que da origen a este efecto? ¿Es este un proceso reversible? Busque, por lo menos, dos ejemplos de desnaturalización proteica reversible e irreversible.

ACIDOS NUCLEICOS

1. ¿Qué son los nucleótidos y cuáles son sus componentes?
2. ¿Cuáles son las diferencias estructurales y funcionales entre DNA y RNA?
3. El DNA se compone de dos cadenas nucleotídicas enrolladas en una doble hélice muy estable. Indique a qué se debe su estabilidad.
4. Indique verdadero (**V**) o falso (**F**) según corresponda. En caso de ser falso justifique su respuesta.

A. Los ácidos nucleicos son polímeros de aminoácidos **V-F**

.....

B. Las bases púricas citosina, adenina y guanina son compuestos bicíclicos **V-F**

.....

C. Adenina y Timina se unen por doble enlace puente de hidrógeno **V-F**

.....

D. El RNA mensajero está constituido por polinucleótidos y aminoácidos **V-F**

.....

E. El azúcar de los ácidos nucleicos es la Ribosa **V-F**

.....

F. En los ácidos nucleicos los nucleótidos se unen mediante uniones fosfodiéster **V-F**

.....

G. El RNA transferencial está presente en la estructura de organelas ribosomas **V-F**

.....

5. ¿Qué aplicaciones actuales conoce del análisis y manipulación de DNA?
6. Dada la siguiente secuencia de una cadena de DNA:
   A. Construya la cadena complementaria de la molécula de DNA, indicando además el tipo de enlace que se establece entre las bases.

      A – T – T – G – G – G – G – A – A – A – C – T – T – C – G – A – T

   B. Para la misma cadena construya la hebra de RNA que se sintetizaría en el núcleo. ¿Se trata de RNA mensajero, ribosomal o transferencial?
7. Teniendo en cuenta el contenido de esta unidad, complete el siguiente cuadro. En caso de quedar algún casillero vacío completarlo con una X

MONÓMERO	POLÍMERO	FUNCIÓN	EJEMPLOS
	Almidón		
			Fosfolípidos
Aminoácidos			
		Repositorio de información genética	

Bibliografía

- **BIOLOGÍA.** Curtis H., S. Barnes, A. Schnek y G. Flores. 6° Edición. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires. Año 2000.
- **CURTIS BIOLOGÍA.** Curtis H., S. Barnes, A. Schnek y A. Massarini. 7° Edición en español. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. Año 2008.
- **BIOLOGÍA**. Campbel N. y J. Reece. 7° Edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. Año 2007.
- **BIOLOGIA DE VILLEE** Solomon, Berg, Martin, Villee**.** Editorial McGraw-Hill Interamericana. 3° Ed. Editorial México D.F. Año 1998.
- **LEHNINGER. PRINCIPIOS DE BIOQUÍMICA**. Michael M. Cox, David L. Nelson. Ediciones Omega. Año 2001.
- Relación de la Química con la Biología. (Consultado 1/10/2021) https://www.visualavi.com/relacion-de-la-quimica-con-la-biologia/
- Capítulo 2: Composición química de los seres vivos (Consultado 2/10/2021) http://www.genomasur.com/BCH/BCH_libro/capitulo_02.htm

UNIDAD III: Características de la vida

"Visto a la luz de la evolución, la biología es, quizás, la ciencia más satisfactoria e inspiradora. Sin esa luz, se convierten en un montón de hechos varios, algunos de ellos interesantes o curiosos, pero sin formar ninguna visión conjunta."

Theodosius Dobzhansky

CONTENIDOS

Organización específica: niveles de organización y propiedades emergentes. Metabolismo: anabolismo y catabolismo. Energía y ATP. Organismos autótrofos y heterótrofos. Reproducción: sexual y asexual. Crecimiento y desarrollo: procesos involucrados. Movimiento: diferentes tipos. Irritabilidad y homeostasis: estímulo, respuesta y sistemas de retroalimentación. Adaptación.

Estudio de la VIDA

La biología es el estudio científico de la vida. Pero la comprensión de los fenómenos biológicos exige comenzar por delimitar y definir la **vida**.

Aunque se han hecho muchos intentos por definir la vida, actualmente parece claro que las definiciones simples están condenadas al fracaso. Nuestra definición debe basarse en la historia común de la vida en la Tierra, que le proporcione una identidad propia y la distinga del mundo no vivo. Todos los organismos que formen parte de la larga historia de descendencia hereditaria desde la forma de vida ancestral deben quedar incluidos en nuestro concepto de vida aunque no sobrevivan en la actualidad.

La vida puede definirse con base en las características de los seres vivos. Es relativamente sencillo afirmar que un ser humano, un roble o una mariposa están vivos en tanto que las rocas no lo están. Pese a su diversidad los seres vivos que habitan el planeta comparten un conjunto de características que los diferencian de los objetos inanimados:

1. Estos incluyen un tipo preciso de **organización**, como se puede ver cada organismo particular no es homogéneo, sino que está constituido por distintas partes cada una con funciones especializadas.
2. Todos tienen a la célula como elemento de **estructura** fundamental para su conformación.
3. Una variedad de funciones químicas a lo que se engloba con el término de **metabolismo**.
4. Todos los organismos presentan algún tipo de **movimiento**, en los animales son evidentes mientras que en las plantas y en el interior de las células son menos obvios.
5. Son capaces de originar descendencia mediante la **reproducción**.
6. La mayoría de los organismos comienzan su existencia como una sola célula, a partir de la que se originan todas las células del adulto, gracias a una

reproducción celular y a su diferenciación por procesos de **desarrollo y crecimiento** (Fig.1).

7. Capacidad de responder cuando perciben estímulos, lo que se denomina **irritabilidad**.
8. Capacidad de conservar su medio interno adecuado incluso si el ambiente externo se modifica, proceso denominado **homeostasis**.
9. Cada organismo posee características estructurales, fisiológicas o de comportamiento que mejoran su supervivencia y éxito reproductivo en un ambiente particular, a esto se lo conoce como **adaptación**.

Analizaremos detalladamente cada una de las características que sirven para identificar a los seres vivos.



Fig. 1 La vida se define por las características de los seres vivos: crecimiento y desarrollo entre otras.

Organización

La materia se encuentra organizada en diferentes estructuras, desde las más pequeñas hasta las más grandes, desde las más complejas hasta las más simples. Esta organización determina niveles que facilitan la comprensión de nuestro objeto de estudio que es la **vida**.

La materia inanimada y los seres vivos presentan un orden de complejidad creciente, es decir, una escala jerárquica que inicia en las partículas subatómicas y finaliza en la biosfera. A medida que se asciende, cada nivel implica mayor complejidad e integración, con características propias.

Esas características propias son importantes, ya que cada nivel se caracteriza por poseer propiedades que emergen en ese nivel y no existen en el anterior, denominadas **propiedades emergentes**. Así, por ejemplo una molécula de agua tiene propiedades diferentes de la suma de las propiedades de sus átomos constitutivos, hidrógeno y oxígeno. De la misma manera, una célula cualquiera tiene propiedades diferentes de las de sus moléculas constitutivas, y un organismo multicelular tiene propiedades nuevas y diferentes a las de sus células.

De todas las propiedades emergentes, sin duda, la más maravillosa es la que surge en el nivel de célula y es nada menos que la **vida**.

El análisis de las jerarquías en la organización de la materia viva nos permite reconocer una serie de características:

- Cada nivel de organización incluye menos unidades que el nivel inferior. Es decir, existen menos comunidades que poblaciones, menos poblaciones que individuos, etc.
- Cada nivel posee una estructura más compleja que los niveles inferiores. Un nivel determinado es la combinación de las complejidades de los niveles inferiores, además de una complejidad que le es propia.
- Cada nivel requiere de un aporte de energía mucho mayor que el nivel inferior. En cualquier nivel de jerarquía, el paso de un nivel al siguiente requiere un aporte de energía.

Toda la materia sobre la Tierra está compuesta por átomos. Un *átomo* es la partícula más pequeña de un elemento que conserva todas las propiedades de éste. Por ejemplo, el grafito de la mina de los lápices con los que escribimos es una forma del elemento carbono. La unidad mínima del grafito es un simple átomo de carbono. Los átomos se combinan de diferentes maneras para formar estructuras llamadas *moléculas*. Por ejemplo, un átomo de oxígeno puede combinarse con dos de hidrógeno para formar una molécula de agua Los seres vivos están compuestos por moléculas complejas llamadas moléculas orgánicas.

Aunque los átomos y las moléculas constituyen los bloques de construcción de la vida, la verdadera cualidad de la vida surge en el nivel celular. Así como un átomo es la unidad mínima de un elemento, *la célula es la unidad mínima de la vida*. La célula es la unidad estructural y funcional de los seres vivos. Muchos organismos son unicelulares. Las propiedades características de los sistemas vivos no emergen gradualmente a medida que aumenta el grado de organización. Aparecen súbita y

específicamente en forma de una célula viva, algo que es más que sus átomos y moléculas constituyentes y que es diferente de ellos. Nadie sabe con exactitud cuándo o cómo comenzó su existencia este nuevo nivel de organización: la **célula viva**. Sin embargo, cada vez son más las evidencias en favor de la hipótesis que postula que las células vivas se auto-ensamblaron espontáneamente a partir de moléculas más simples.

Muchas formas de vida constan de células únicas, pero en los organismos multicelulares, las células del mismo tipo se combinan para formar estructuras llamadas **tejidos**; por ejemplo, las células musculares que funcionan juntas forman el tejido muscular. Diferentes tejidos se combinan para formar **órganos** (como el corazón). Un grupo de órganos unidos en una función se llaman **sistemas** (por ejemplo, el corazón es parte del sistema circulatorio). Los **organismos** multicelulares suelen tener varios sistemas.

Los niveles de organización van mucho más allá de los organismos individuales. En un espacio cualquiera, un grupo de organismos del mismo tipo (de la misma especie) constituye una **población**. Todos los organismos con características morfológicas, fisiológicas y genéticas similares que son capaces de reproducirse entre sí y dejar descendencia constituyen una especie. Un conjunto de poblaciones de diferentes especies que interactúan forman una **comunidad**. Una comunidad más el medio abiótico en que se encuentra constituyen un **ecosistema**. Por último, la superficie terrestre completa y los seres vivos que habitan en ella forman la **biosfera**.

Todos estos niveles se pueden organizar en tres grupos, considerando la disciplina que los aborda como objeto de estudio: el *nivel químico* abarca desde átomos a macromoléculas; el *nivel celular-organísmico* agrupa desde célula a individuo y el *nivel ecológico* comprende los niveles desde población a biósfera.

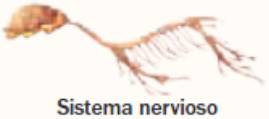
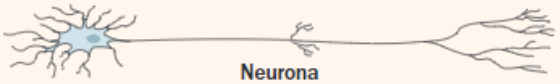
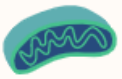
Biosfera	La parte de la Tierra habitada por seres vivos, incluye tanto componentes vivos como no vivos.	
Ecosistema	Una comunidad junto con los elementos no vivos que la rodean.	
Comunidad	Dos o más poblaciones de diferentes especies que viven e interactúan en la misma área.	
Población	Miembros de una especie que habitan en la misma área.	 Manada de antílopes americanos
Individuo u organismo pluricelular	Un ser vivo individual compuesto por varias o muchas células.	 Antílope americano
Sistemas y aparatos	Dos o más órganos que trabajan juntos en la ejecución de una función corporal específica.	 Sistema nervioso
Órgano	Una estructura dentro de un organismo, generalmente compuesta de diversos tipos de tejidos que forman una unidad funcional.	 Cerebro
Tejido	Un grupo de células parecidas que realizan una función específica.	 Tejido nervioso
Célula	La unidad de vida más pequeña.	 Neurona
Organelo u organoide	Una estructura dentro de la célula que realiza una función específica.	 Mitocondria  Cloroplasto  Núcleo
Molécula	Una combinación de átomos.	 Agua  Glucosa  ADN
Átomo	La unidad más pequeña de un elemento.	 Hidrógeno Carbono Nitrógeno Oxígeno
Partícula subatómica	Partículas que conforman un átomo.	 Protón Neutrón Electrón

Fig.2. Niveles de organización

Estructura

Todos los seres vivos tienen una estructura organizada y compleja, cuya expresión mínima es la *célula*. Ésta, a su vez, se compone de elementos químicos esenciales, conocidos como bioelementos.

La *célula* es la unidad biológica más pequeña capaz de realizar las funciones vitales básicas en los seres vivos.

Las células son tridimensionales; es decir, tienen profundidad, largo y ancho. En general son microscópicas. Existen células que miden menos de una micra, como bacterias y arqueas, mientras que en el otro extremo, algunas células neuronales poseen axones que llegan a medir cerca de un metro de longitud.

En los organismos más simples o unicelulares, como las bacterias, una sola célula es capaz de realizar todas las funciones y actividades vitales; en cambio, en los organismos pluricelulares, las células se dividen el trabajo y pueden alcanzar un alto grado de especialización.

Las células presentan gran variedad de formas, tamaños y consistencias. Incluso dentro de un solo organismo pluricelular puede existir una gran diversidad, que mucho dependerá de la función particular que cada célula realice. Por ejemplo: las características de forma, tamaño y consistencia entre los glóbulos rojos, las células del hueso y las neuronas son muy diferentes entre sí, porque, a su vez, las funciones que cada una de estas células lleva a cabo son muy distintas (fig.3).

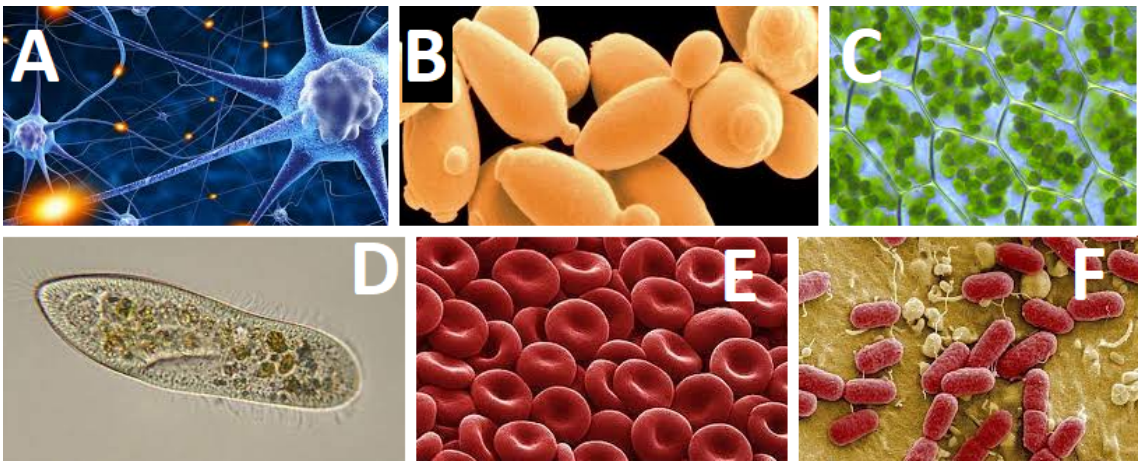


Fig. 3. A- Neuronas; B- Levaduras; C- Células vegetales; D- Paramecio; E- Glóbulos rojos y F- Bacteria

En base a los avances que sucedieron hasta el siglo XIX en lo referido a los conocimientos de las células, se dió lugar a la Teoría Celular. Esta teoría posee cuatro postulados, que definen a la célula:

1. Todos los organismos están constituidos por una o más células (Unidad estructural)
2. Las reacciones químicas de los seres vivos ocurren dentro de las células. (Unidad funcional).
3. Las células se originan de otras células (Unidad de origen).

4. Las células contienen la información hereditaria de los organismos de los cuales forman parte.(Unidad genética).

Tipos de células

Célula Procariota

El nombre de estas células significa *pro*, antes, y *karyon*, núcleo. Este tipo de células caracteriza a los organismos unicelulares como las bacterias, que en general carecen de núcleo integrado y cuyo material genético se encuentra disperso en su citoplasma, formando el núcleoide (Fig 4).

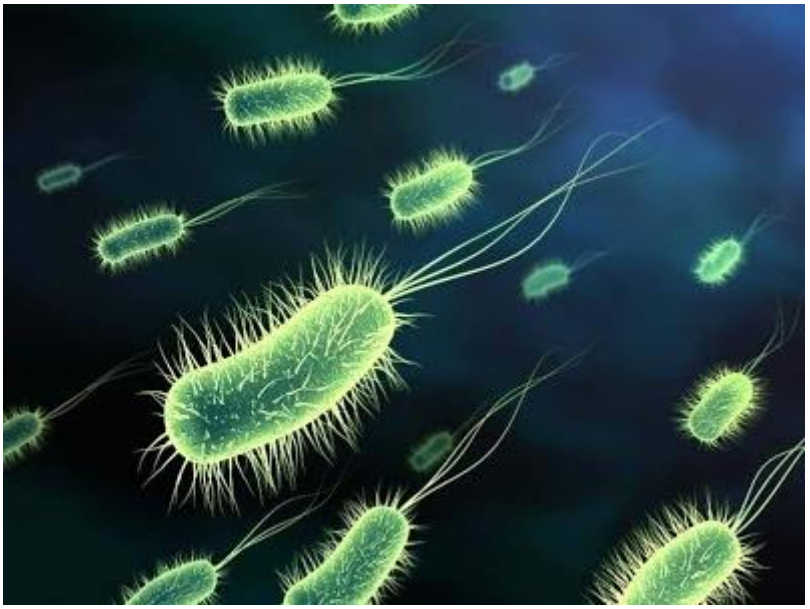


Fig.4.. Dentro de las células conocidas como procariotas se incluyen las bacterias.

Célula Eucariota

El nombre de estas células se forma con las raíces griegas *eu*,verdadero, y *karyon*, núcleo. Se caracterizan por tener un núcleo verdadero, es decir, limitado por una membrana (Fig 5). Todos los seres vivos que forman los reinos Fungi, Plantae y Animalia y el grupo Protistas poseen este tipo de células.

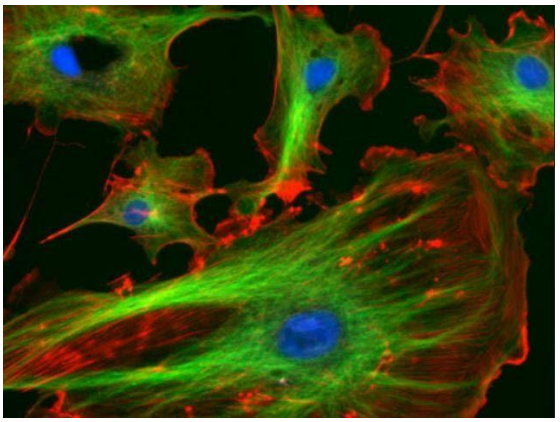


Fig 5. Células endoteliales con el núcleo teñido de azul por un marcador fluorescente.

Metabolismo

La Organización específica que poseen los seres vivos, es mantenida por el continuo aporte de **materia y energía** que éstos adquieren del medio externo.

Los procesos de obtención y transformación de materia y energía, se realizan mediante diversas reacciones químicas, que en su conjunto reciben el nombre de *metabolismo.*

Este puede definirse como la suma de reacciones químicas intracelulares, mediante las cuales los organismos obtienen materia y energía, las transforman y las utilizan para llevar a cabo todos los procesos vitales

Las funciones, como el movimiento, la nutrición, el crecimiento o la reproducción, requieren energía y materia de manera continua.

Funciones del Metabolismo

A. **Obtención de Energía :** en forma de energía luminosa o energía química.
B. **Obtención de Materia:** en forma de moléculas que los organismos toman del entorno o de sus reservas, y las transforman para fabricar sus propias y nuevas biomoléculas.

Para su mejor estudio se divide a las reacciones metabólicas en dos grandes grupos, según consuman o liberen energía (Fig.6):

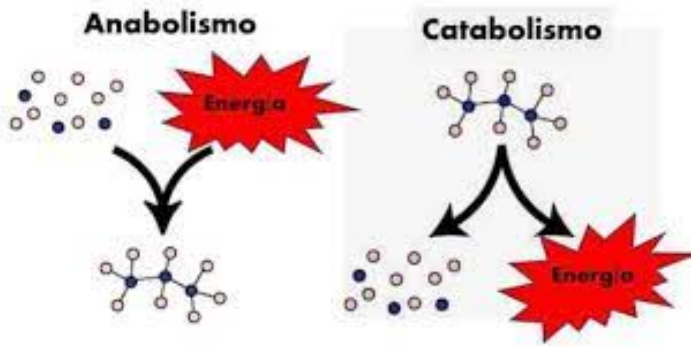


FIG. 6 Esquema de las reacciones anabólicas y catabólicas

1-***Catabólicas*:** son reacciones de degradación de macromoléculas para obtener moléculas muy simples, las reacciones catabólicas implican la ruptura de enlaces químicos con **liberación de energía** por eso se las conoce como reacciones *exergónicas***.** Por ej. Respiración celular.



2-***Anabólicas*:** son reacciones de síntesis de macromoléculas a partir de compuestos muy simples. Estas reacciones implican la creación de nuevos enlaces químicos, lo que requiere el aporte de energía por ello son reacciones *endergónicas*. Por ej. Fotosíntesis, Síntesis de proteínas.



En las células vivas deben realizarse innumerables reacciones metabólicas, en forma simultánea y a una velocidad tal, que asegure el necesario aporte de materia y energía para el mantenimiento de las funciones vitales. Para poder cumplir con estas dos condiciones, las células disponen de dos recursos:

a- Dividir su interior en compartimentos (organelas en células eucariotas) en cada uno de los cuales se lleva a cabo un conjunto de reacciones específicas, o bien lo sectorizan mediante plegamientos en diferentes regiones de la membrana celular (laminillas en células procariotas).

b- Utilizar catalizadores los cuales son moléculas proteicas usadas por las células para acelerar las reacciones y se denominan *Enzimas*.

Conceptos importantes

De lo visto hasta ahora surgen dos conceptos básicos a tener en cuenta: **materia** y **energía**.

Materia: es todo lo que ocupa un lugar en el espacio y tiene masa. Por ej. un libro.

Energía: es un concepto más abstracto, ésta solamente puede ser descrita y medida por el efecto que tiene sobre la materia. Por ej. un libro (materia) se puede

ver, pero no se ve la energía utilizada en mover sus páginas, solamente se observa el efecto que es el movimiento, por eso la energía es: **la capacidad para realizar trabajo**; la materia opone siempre fuerzas tales como gravedad y fricción, las cuales deben ser vencidas por la energía.

La energía puede existir en muchas formas: mecánica, calórica, eléctrica, luminosa, radioactiva, química, etc. Todas éstas formas son capaces de producir trabajo.

Se distinguen dos estados de energía:

Energía potencial: es la energía determinada por la posición de un cuerpo en el espacio. No se encuentra realizando activamente un trabajo, pero tiene la capacidad de hacerlo. Por ej. el agua almacenada en un dique tiene energía potencial. La energía química es una forma de energía potencial, almacenada en las uniones de los átomos de una molécula.

Energía cinética: es la energía que posee un cuerpo en movimiento. Se encuentra realizando activamente un trabajo. Por ej. el agua en movimiento cuando se abren las compuertas de un dique, posee energía cinética.

La energía potencial se puede convertir en energía cinética; por ejemplo, en la preparación de un atleta, para una carrera, ingiere alimentos que aumenten sus reservas de glucógeno (energía potencial). Durante la carrera el organismo, convierte en energía cinética la energía almacenada en el glucógeno.

En un proceso endergónico, la energía potencial del estado final es superior a la energía potencial del estado inicial. Este proceso **no puede** ocurrir espontáneamente. Para que se produzca es necesario una entrada de energía.

En un proceso exergónico, la energía potencial del estado final es siempre menor a la energía potencial del estado inicial, pues la energía se libera. Los procesos exergónicos **se producen** espontáneamente. Aunque la palabra "espontáneo" suena a rápido, la palabra nada tiene que ver con la velocidad del proceso, sino con la posibilidad de que se produzca sin la entrada de energía.

Muchas de las reacciones que se llevan a cabo en las células vivas son reacciones endergónicas y obtienen la energía que requieren "acoplándose" a una reacción exergónica.

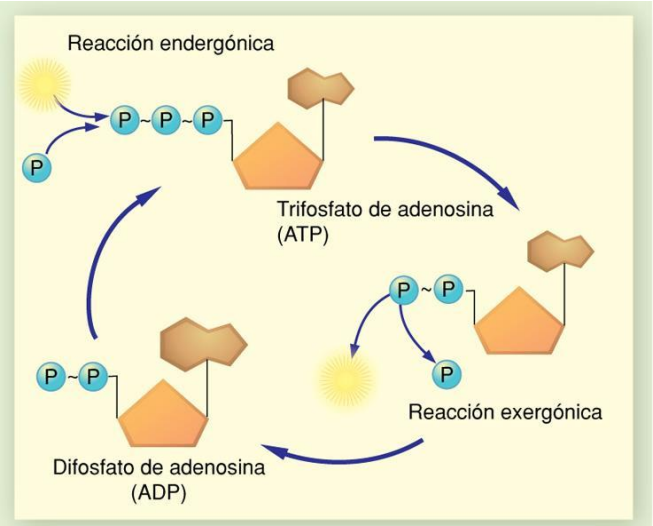


Fig.7 En los sistemas biológicos, las reacciones endergónicas, como las de biosíntesis, se producen gracias a la energía liberada en las reacciones exergónicas con las que están acopladas. En la mayoría de reacciones acopladas, el ATP es el intermediario que conduce la energía de una reacción a otra. (extraído de Curtis y col. Curtis Biología 2008)

¿Recuerdan la unidad 2 cuando hablamos de nucleótidos? Uno de los intermediarios energéticos más utilizados por las células es el **adenosin trifosfato (ATP),** un nucleótido de adenina (fig. 7). Habitualmente, el acoplamiento energético se realiza indirectamente, a través de moléculas intermediarias que pueden almacenar energía en forma transitoria como lo hace el ATP.

El **adenosin trifosfato (ATP)** como su nombre *trifosfato* lo indica, puede formarse hasta con un máximo de tres fosfatos señalados con la letra P del símbolo químico del fósforo. La unión del segundo y tercer grupo fosfato es una unión de alta energía y se representa con una línea ondulada. Cuando esta unión se rompe, se libera la energía acumulada que puede utilizarse para la realización de los trabajos celulares.

En resumen, la célula realiza reacciones exergónicas, que le permiten obtener energía para los procesos que la requieren, la energía es transportada hacia donde se necesita por intermediarios; principalmente ATP, que pueden cederla rápidamente. El ATP sirve de vínculo celular común entre las reacciones exergónicas y endergónicas, y entre reacciones catabólicas y reacciones anabólicas.

Para mantener su alto grado de complejidad y organización, un organismo necesita el aporte continuo de materia y energía. Por ello un organismo viviente sólo podrá permanecer vivo si continuamente utiliza materia y energía proveniente del ambiente.

Flujo y transformación de energía en el mundo biológico

La fuente primaria de energía para el mundo biológico es la energía luminosa proveniente del sol, que sólo puede ser usada por las células fotosintéticas. Estas captan la energía solar y la emplean para convertir compuestos inorgánicos simples como el H_2O y el CO_2 en compuestos orgánicos complejos, con liberación de oxígeno como subproducto. Este proceso se denomina ***fotosíntesis*** y en las células eucariotas ocurre en organelas llamadas cloroplastos.

Cuando las plantas, los animales u otros organismos eucariotas necesitan la energía almacenada en estas moléculas orgánicas, se lleva a cabo la *respiración celular* que en las células eucariotas ocurre en una organela particular: las mitocondrias (fig.8). En este proceso se oxidan los compuestos orgánicos, a fin de convertir su energía química (almacenada en sus enlaces),

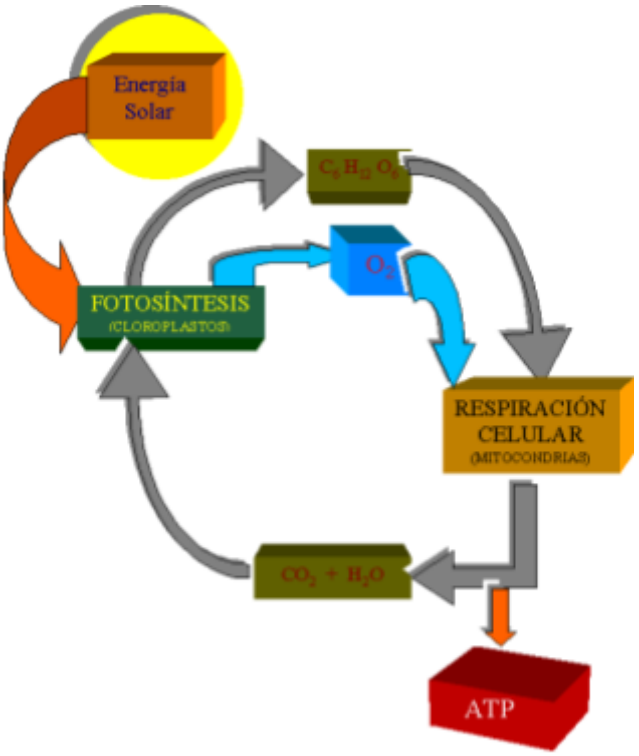


FIG. 8 Flujo de energía en la biosfera. (extraído www. thales.cica.es)

en moléculas de ATP que pueden ser utilizadas de manera inmediata.

En resumen, durante la fotosíntesis se sintetiza glucosa (energía química) y oxígeno que se libera al ambiente y durante la respiración celular al consumir el oxígeno y degradar la glucosa se produce CO_2, H_2O y ATP.

Nutrición

La nutrición es la función que permite incorporar materia y energía del medio exterior.

Según el modo de adquirir energía se distinguen dos tipos de nutrición.

1-**Nutrición autótrofa**: la llevan a cabo organismos fotosintetizadores (vegetales, bacterias y algas). Son capaces de incorporar sustancias simples como H_2O, CO_2 y sales minerales y sintetizar compuestos orgánicos como azúcares que luego son usados por estos organismos para organizar su estructura y obtener energía (Fig. 9)

Estos compuestos orgánicos pueden ser oxidados por el mecanismo de la respiración celular en las mitocondrias, obteniéndose energía útil para los trabajos biológicos.

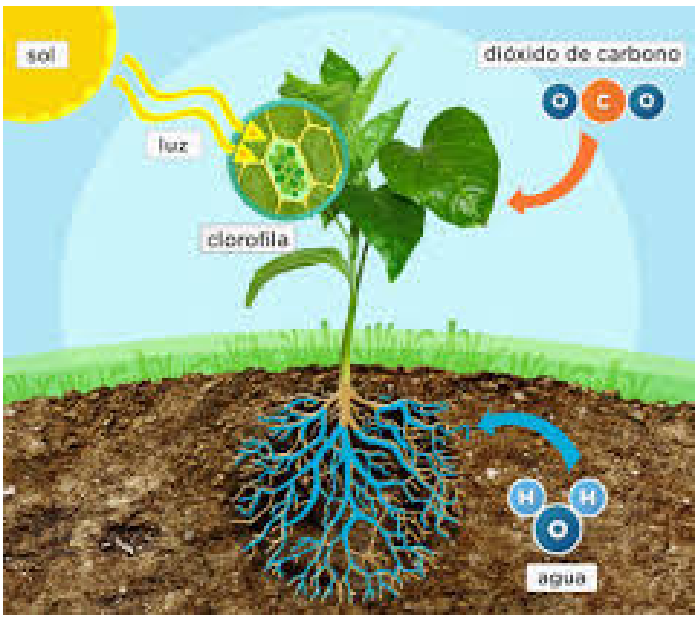


FIG. 9 Proceso de la Fotosíntesis.

2- Nutrición heterótrofa: la llevan a cabo principalmente los animales superiores, los hongos y muchos organismos unicelulares como bacterias y protozoos. Estos organismos dependen de los productos sintetizados por los autótrofos, ya que no tienen capacidad para transformar CO_2 y H_2O en sustancias complejas y deben tomar la energía que requieren de sustancias ya elaboradas.

El proceso general de nutrición heterótrofa en los animales superiores comprende distintas etapas:

a- Ingestión: ingreso de nutrientes.

b- Digestión: se lleva a cabo en el estómago e intestino delgado. Es el proceso de degradación del material alimenticio en moléculas que puedan ser transportadas hasta las células individuales.

c- Absorción: los productos de la digestión son absorbidos principalmente en el intestino, pasando desde la luz intestinal a los tejidos más profundos donde los vasos sanguíneos y los linfáticos lo distribuyen por todo el organismo, llegando a cada una de las células del cuerpo.

Con estos nutrientes las células pueden construir moléculas nuevas y también obtener energía por oxidación con la utilización de oxígeno, esto constituye la **respiración celular** y ocurre en las mitocondrias.

La respiración celular se lleva a cabo en el interior de cada una de las células de un organismo, autótrofo o heterótrofo, en un organoide particular: *la mitocondria (célula. eucariota) o adaptaciones de la membrana (célula Procariota).*

Podemos definirla como una transformación de la energía química de los nutrientes, en energía metabólica utilizable por las células vivas.

Actividades

1. Defina metabolismo. Explique qué papel cumplen los procesos metabólicos en el mantenimiento de la vida.
2. ¿Qué entiende por energía potencial y por energía cinética?
3. Explique en términos de trabajo, energía potencial y energía cinética el ejemplo de ejercer tensión en un resorte y después liberarlo.
4. Realice un cuadro comparativo entre reacciones endergónicas y exergónicas.
5. Como organismos heterótrofos, los seres humanos obtenemos la energía necesaria para la realización de todas nuestras actividades alimentándonos de otros organismos vivos. Sin embargo, no tenemos la necesidad de alimentarnos cada vez que vamos a realizar una actividad.

   A. ¿Por qué es posible esto?
   B. ¿Qué significa ATP y cuál es su función en las células vivas?
   C. ¿De qué forma el ATP puede actuar como vínculo importante entre reacciones exergónicas y endergónicas?

6. En este preciso momento, como mínimo, cuatro tipos de transformaciones energéticas se están produciendo en su organismo. Menciónelas.
7. ¿Qué le suministran los procesos anabólicos a la célula? ¿Qué le suministran los catabólicos? ¿De qué manera dependen unos de otros?
8. Ejemplifica tipos de reacciones anabólicas y catabólicas.
9. Diferencie los términos: autótrofo y heterótrofo.

Reproducción

Es la característica mediante la cual, los seres vivos, dan origen a otros seres semejantes con la finalidad de perpetuar las especies.

La conservación de todas las especies requiere que los individuos se multipliquen, es decir, que creen nuevos seres para sustituir a los que mueren por causa de vejez, enfermedades o por acción de otros seres vivos o de fenómenos naturales. Por otra parte, de acuerdo con los principios evolutivos, la *reproducción* es el medio por el cual se pueden introducir cambios en una determinada especie a lo largo del tiempo. La nutrición, la respiración, la circulación y el metabolismo son funciones de los seres vivos encaminadas a la supervivencia del individuo, mas no a su perpetuidad ya que por una u otra razón, a través del tiempo, el individuo muere. Por la reproducción se asegura la conservación de la especie, no permitiendo que la vida en sus diversas manifestaciones desaparezca.

Formas de reproducción

Reproducción asexual

Un solo progenitor da origen a dos o más descendientes genéticamente idénticos a él (excepto por las posibles mutaciones que puedan ocurrir). Todos los organismos que deriven de un mismo progenitor van a poseer el mismo material genético y van a ser clones de ese individuo. Este tipo de reproducción se observa en bacterias, protozoos, en varios grupos de animales invertebrados y en muchas especies de vegetales. Las ventajas que posee este tipo de reproducción son: la rapidez, se requiere de un solo individuo y tiene un costo energético menor comparada con la reproducción sexual. Existen varias formas de reproducción asexual entre las que podemos citar:

- **Fisión binaria:** en las bacterias es el proceso por el cual una célula se divide en dos semejantes. Primero se duplica el DNA bacteriano circular y después se forma una pared transversa por crecimiento interno de la membrana plasmática y la pared celular (fig. 10). La fisión binaria ocurre con notable rapidez.

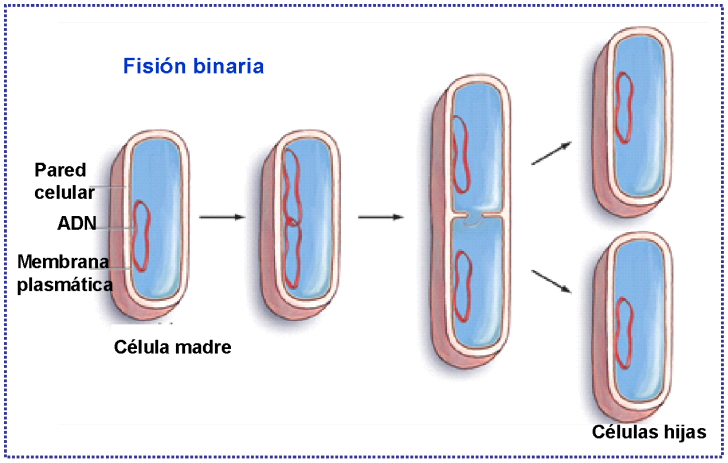


Fig.10. Fisión binaria. (modificada de http://biol1c201.blogspot.com)

- **Fisión múltiple:** en este caso el material genético se duplica varias veces antes de la partición del citoplasma, originando numerosas células hijas. Algunos ejemplos están en procariotas *Clostridium botulinum* y en protistas, los parásitos del género *Plasmodium* causante de la malaria.

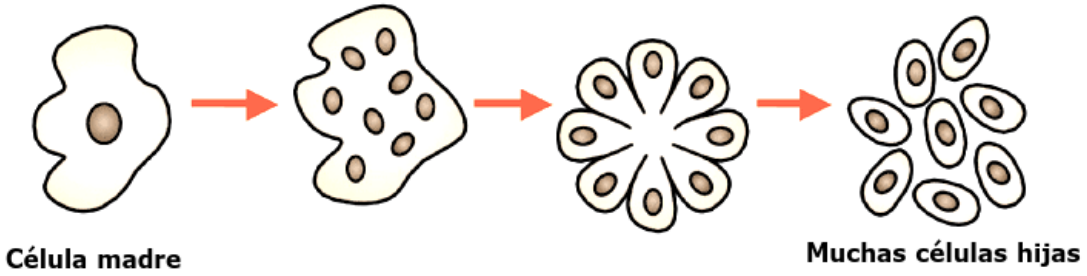


Figura https://www.onsalus.com/definicion-de-fision-multiple-18710.html

- **Gemación:** Consiste en la formación de una protuberancia o yema sobre el individuo progenitor, que puede separarse y desarrollar un nuevo individuo (por ejemplo las levaduras) (Fig.11).



FIG.11 Reproducción asexual. Gemación.
(extraído de http://www.aula2005.com)

- **Fragmentación:** el organismo se fragmenta en varias partes, cada una de las cuales regenera las partes faltantes y se convierte en un individuo completo. Algunos ejemplos son los gusanos planos y los hongos que sufren fragmentación de las hifas para dar lugar a un nuevo individuo (Fig.12).



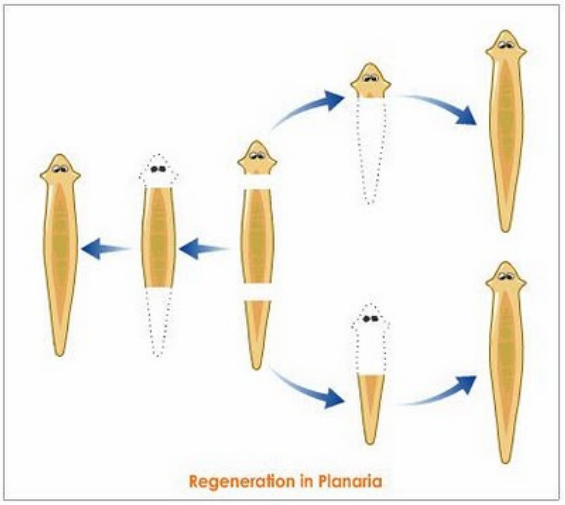


FIG.12 Reproducción asexual. Fragmentación.
(extraído de http://www.aula2005.com)

Reproducción sexual

Intervienen dos células especializadas, denominadas células sexuales o gametos, e implica dos hechos: *meiosis* y *fecundación.*

La **meiosis** es un tipo especial de división celular por el cual las células reducen la cantidad de material genético a la mitad de forma tal que, después de la fecundación, la célula resultante: el cigoto, posee la misma cantidad de material genético que los progenitores. Durante la meiosis hay intercambio de información genética de los progenitores, de modo que cada célula hija resultante tiene una combinación virtualmente única de genes.

La **fecundación** es el medio por el cual los gametos se fusionan en una sola célula (Fig.13), la cual recibe el nombre de célula huevo o cigoto, por lo tanto la descendencia no es idéntica a sus progenitores. Esta es la principal ventaja que posee la reproducción sexual, la **variabilidad genética**. La desventaja principal que posee la reproducción sexual con respecto a la asexual, es el alto costo energético que se requiere para llevar a cabo la meiosis.

En los **animales** las células sexuales son los espermatozoides en los machos y los óvulos en las hembras. El óvulo generalmente es grande e inmóvil, con una reserva de nutrientes que permite el desarrollo del embrión. El espermatozoide es pequeño y móvil y presenta un largo flagelo en forma de látigo. Estas células son producidas en las gónadas o glándulas sexuales masculinas y femeninas.

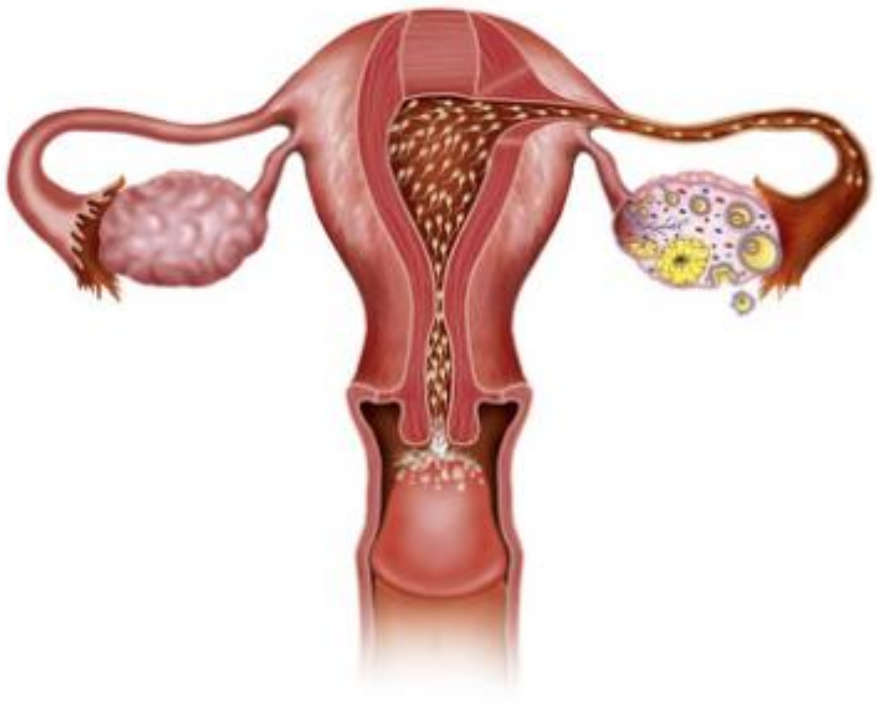


FIG.13. Reproducción sexual. Fecundación interna. (modificado de https://www.clinicasabortos.mx/reproduccion-humana)

En la **fecundación interna** el macho generalmente deposita las células espermáticas directamente en el cuerpo de la hembra, cuyos tejidos internos húmedos constituyen el medio acuoso necesario para el desplazamiento de los espermatozoides, de esta forma los gametos se fusionan en el interior del cuerpo. En la mayor parte de los animales terrestres, mamíferos marsupiales y placentarios, así como los organismos que depositan huevos amniotas (reptiles, aves y mamíferos monotremas), la fecundación es interna.

La mayoría de los peces, los anfibios y muchos invertebrados presentan **fecundación externa**, lo que significa que la fusión de las gametas ocurre fuera del cuerpo. Los progenitores suelen liberar los óvulos y espermatozoides al agua simultáneamente (Fig.14).

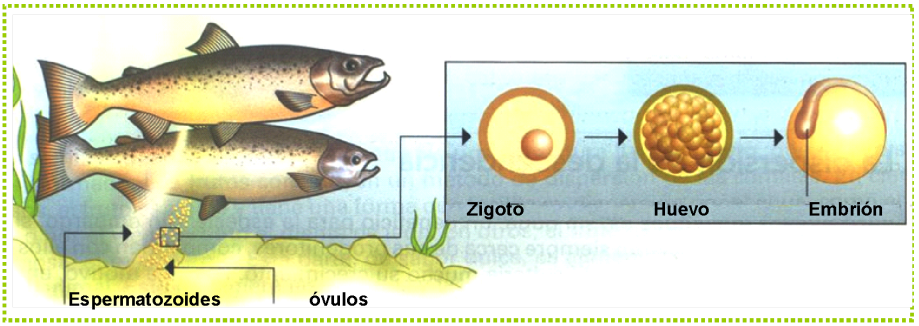


FIG. 14 Reproducción sexual. Fecundación externa en peces.

En las plantas vasculares con semilla, también hay fusión de gametos (Fig.15): uno masculino (dentro del órgano sexual, conocido como **grano de polen**) y otro femenino (**óvulo**). Ambos gametos se originan a partir de una célula madre y mediante meiosis. La fecundación es la unión de ambos gametos, a partir de ella se origina una **célula huevo** o **cigoto** que se desarrolla hasta dar lugar a un embrión del que nacerá una nueva planta. Para que tenga lugar la fecundación, el gameto masculino debe ser transportado hasta el femenino. Este transporte se denomina **polinización** y se produce con la colaboración de animales, el viento o el agua.

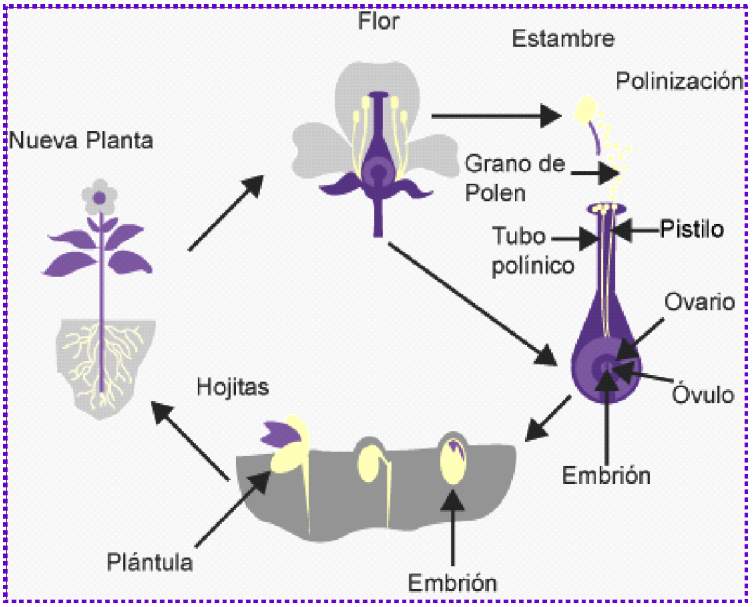


FIG.15 Reproducción sexual en plantas vasculares con semillas. (extraído de http://www.evp.edu.py)

Actividades

1. Realice un cuadro comparativo entre reproducción sexual y asexual
2. Considere los tipos de organismos que tienen fecundación externa y los que generalmente tienen fecundación interna. ¿Qué diferencia en sus estilos de vida imponen estos distintos mecanismos?

Crecimiento

El crecimiento es el resultado de un incremento en las dimensiones de las células individuales y en el número de células. Desde el punto de vista biológico, el término crecimiento se aplica a todos los procesos que aumentan la cantidad de materia viva de un organismo. Como ya vimos, el proceso de desarrollo embrionario transcurre con un aumento en el número de células pero el período de crecimiento más significativo, que depende de la incorporación de mayores cantidades de materia y energía, se inicia después de que todos los sistemas del organismo se han formado. Los organismos unicelulares crecen duplicando su tamaño original, en tanto que los pluricelulares aumentan miles de veces su volumen a lo largo de la vida, al mismo tiempo que se desarrollan.

En los animales todos los tejidos y órganos participan en el crecimiento, aunque no todos crezcan a la misma velocidad. Por ejemplo, en los seres humanos el tronco y las extremidades tienen un crecimiento más rápido con respecto a la cabeza, desde la infancia hasta el estado adulto. Esta forma de crecimiento se denomina **alométrico** y da como resultado un cambio marcado en las proporciones del cuerpo. Los mamíferos, incluyendo al hombre, llegan a un cierto tamaño y dejan de crecer cuando ciertas porciones de los huesos pierden sus zonas de crecimiento al alcanzar el tamaño adulto (Fig 16).

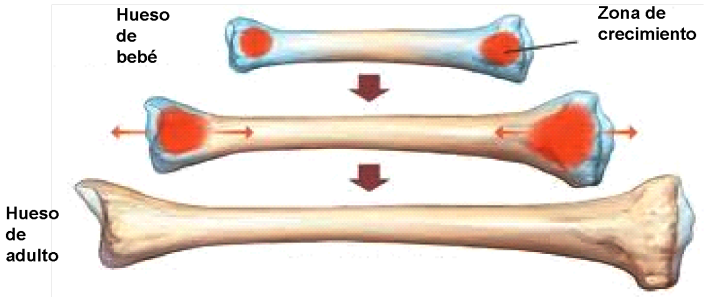


FIG: 16 Cuando un niño se transforma en un adulto, los cartílagos de **crecimiento** se endurecen para formar **hueso** sólido.

En los vegetales el crecimiento no se detiene pero se produce solamente en tejidos de tipo embrionario denominado meristemas (Fig. 17). Estos meristemas

están formados por células indiferenciadas que son capaces de reproducirse, así mientras existan células juveniles sobrevivientes en una planta, ésta podrá continuar creciendo sin importar cuán vieja sea; por eso es posible que existan árboles gigantescos de muchos cientos de años de edad.

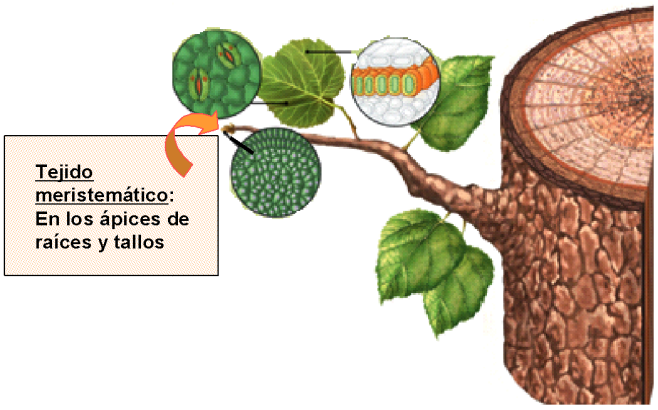


FIG.17. Zonas de crecimiento vegetal.
(modificado de http://naturales9je.netne.net)

Desarrollo

El desarrollo es un proceso biológico complejo que incluye todos los cambios que ocurren durante la vida de un organismo.

A diferencia de los **organismos unicelulares** que aumentan de tamaño y replican sus partes componentes antes de dividirse en dos o más células. El desarrollo de los **organismos pluricelulares** que se reproducen sexualmente comienza a partir de una sola célula huevo que se divide y genera varios millones de células, que forman estructuras tan complejas y variadas como los ojos, las extremidades, el corazón y el cerebro. Este logro asombroso da origen a preguntas tales como: ¿cómo hacen las células provenientes de la división de un óvulo fecundado ser capaces de organizarse para formar órganos tan diferentes como el cerebro y el corazón? ¿Qué controla el comportamiento de las células de modo tal que puedan surgir diferentes patrones de organización?

Las respuestas a estos interrogantes pueden ser contestadas si se tiene en cuenta que durante el desarrollo embrionario existen grupos de genes que controlan cada una de las etapas del desarrollo de cada individuo.

Luego de la fecundación del óvulo por el espermatozoide y la fusión de los núcleos masculino y femenino, comienza lo que se denomina el desarrollo embrionario (Fig.18) partiendo de una sola célula llamada huevo o cigoto que al dividirse repetidamente logra un embrión que va aumentando el número de sus células.

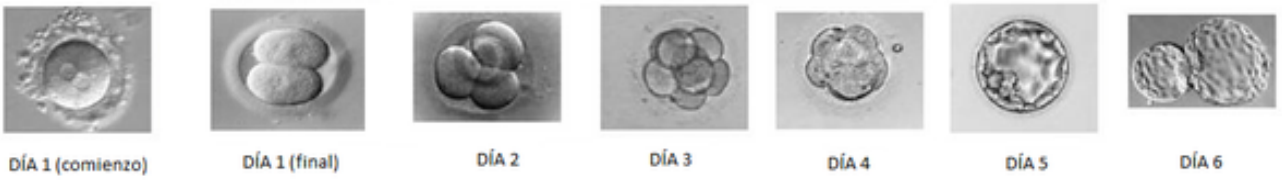


FIG:18 Células embrionarias en división a partir de la fusión de los núcleos de los gametos.

Diferenciación: Con la división se van diferenciando paulatinamente las células. Se forman tejidos individuales que conforman los diferentes órganos y un sistema circulatorio eficiente mediante un proceso denominado **organogénesis**.

Morfogénesis: durante la morfogénesis (construcción de la forma) tiene lugar el movimiento de células y tejidos que permite establecer la forma particular del embrión en desarrollo. La masa de células del embrión primitivo se convierte en la forma tridimensional propia del embrión o larva de la especie. (Fig. 19).

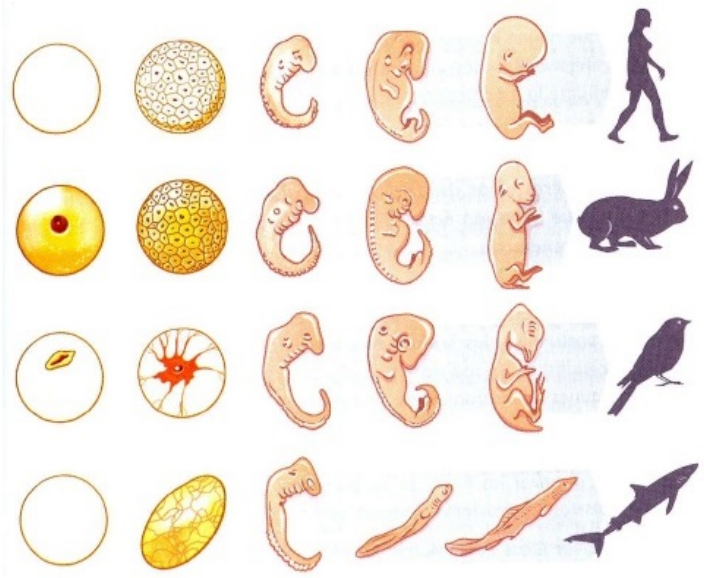
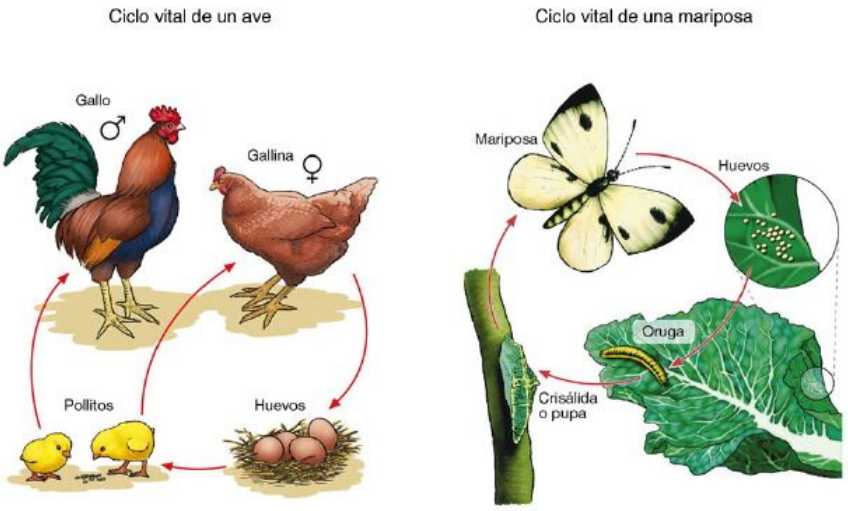


FIG.19 Reproducción animal: Si bien los tipos de gestación difieren de una especie a otra, se pueden apreciar sus semejanzas. Modificado de https://bioraimondo.wordpress.com/2017/06/16/desarrollo-embrionario/

Los mecanismos por los cuales el embrión temprano puede originar un pez, un conejo o un ser humano, dependerá de los factores genéticos de cada embrión en cuestión, implica que los sucesos del desarrollo embrionario están programados de forma distinta para cada especie. Comprender cómo se llevan a cabo estos distintos programas es uno de los retos más importantes de la biología del desarrollo.

Actividades

1. Describa en términos generales el resultado final de cada uno de los siguientes procesos: fecundación, segmentación, gastrulación y organogénesis.
2. Por casi 200 años los científicos discutieron la teoría de la preformación, según la cual el óvulo o el espermatozoide contenían un ser humano en miniatura completamente formado. Cuando las técnicas de investigación mejoraron surgió la teoría de la epigénesis, la cual sostiene que el embrión se desarrolla a partir de un cigoto informe, el cual tomaba forma humana a medida que el desarrollo avanzaba. Relacione esta teoría con los conceptos actuales del desarrollo. ¿Encuentra algo de verdad en la teoría preformacionista?
3. La técnica del bonsái, mediante la cual se obtienen árboles adultos pero de tamaño muy reducido, tiene su base en el tipo de crecimiento que poseen los vegetales. ¿Qué tejidos cree Ud. deben controlarse para evitar el desarrollo normal del árbol? ¿Dónde se ubican?
4. Observe la siguiente imagen y diga: ¿qué tipo de división da origen a los gametos masculinos y femeninos?¿el crecimiento en gallinas y mariposas se debe al mismo proceso? ¿Qué particularidad observa en el desarrollo de las mariposas?



Movimiento

El **movimiento** es una característica de los seres vivos, que requiere el gasto de energía metabólica. La materia viva está en constante movimiento; desde las

corrientes citoplasmáticas o ciclosis que determinan el desplazamiento del contenido celular y la migración de organoides y la expulsión o ingreso de vesículas en el intercambio con el medio, hasta el desplazamiento de los grandes vertebrados, todos los organismos presentan algún tipo de movimiento. El movimiento no implica necesariamente locomoción; en algunos organismos, como los animales esta característica es muy evidente; en las plantas los movimientos son más lentos y menos obvios.

Movimientos en animales

Los movimientos de las células animales involucran tres subprocesos distintos dependientes de actina.

1- Los *movimientos deslizantes* de las células animales como los que producen los glóbulos blancos (Fig.20) se pueden descomponer en tres momentos: La *protrusión*, movimiento que consiste en extensiones desde la parte interior de la célula; la *adhesión,* en que el citoesqueleto de actina se conecta con el substrato; y la *tracción*, en que el cuerpo celular se mueve hacia adelante.

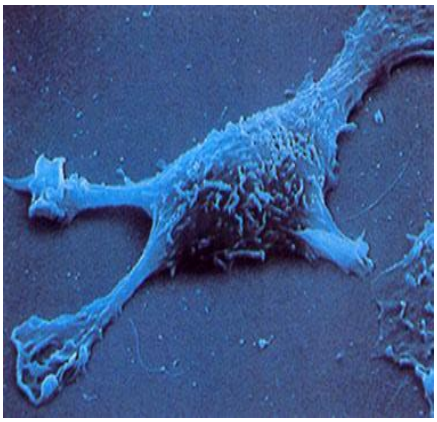


FIG.20 movimiento deslizante de un macrófago (extraído de Curtis y col.. Curtis Biología 2008)

2- Contracción muscular. Las actividades que el animal emprende como consecuencia de la información recibida y procesada por sus receptores sensoriales y su encéfalo dependen del músculo esquelético, efector del sistema nervioso.

El músculo del esqueleto consiste en haces o paquetes de fibras musculares (Fig.21). Cada fibra es una sola célula multinucleada de 10 a 100 micrómetros de diámetro y a menudo de varios centímetros de largo que se halla rodeada por una membrana celular externa llamada *sarcolema* que es capaz de propagar un potencial de acción.

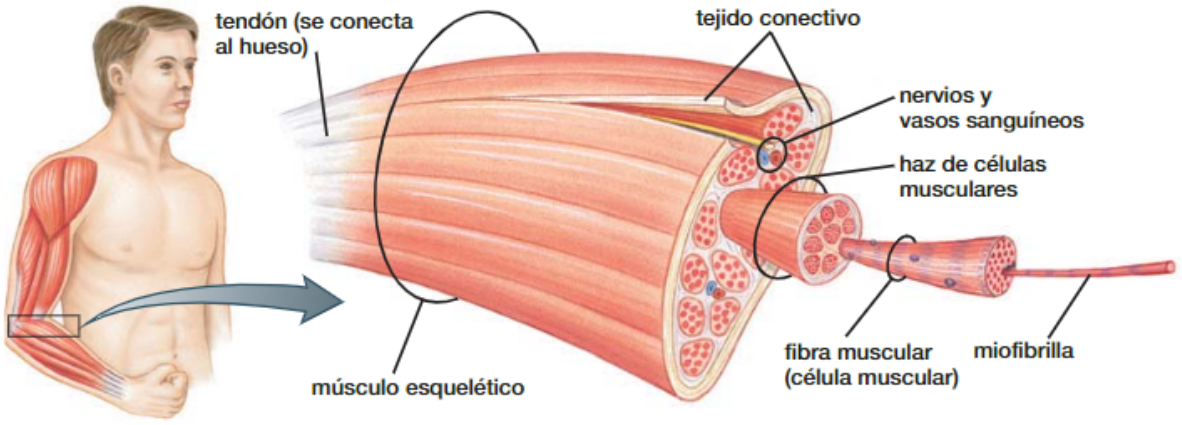


FIG.21. Componentes de la fibra muscular.

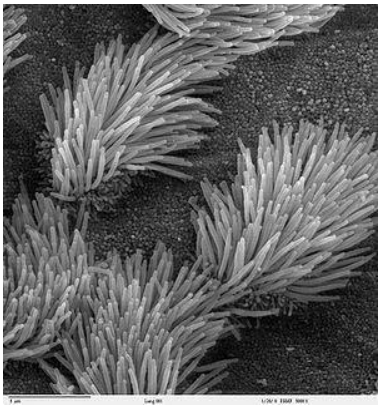
Incluidas en el citoplasma de cada fibra o célula muscular existen unas 1000 a 2000 unidades estructurales más pequeñas, las *miofibrillas* (de *mio-* prefijo que significa músculo) conformadas por proteínas contráctiles denominadas miosina y actina. Las miofibrillas corren a lo largo de la célula.

Cuando se estimula el músculo los filamentos finos de actina se deslizan sobre los filamentos gruesos de miosina, produciendo la contracción muscular. Todos estos pasos se realizan con gasto de ATP y la presencia de Ca^{++}.

3- Cilios y flagelos prolongaciones de la membrana plasmática que contienen microtúbulos y participan en los movimientos celulares

Muchas células poseen estructuras móviles a manera de látigos, que se proyectan de sus superficies y realizan movimiento oscilatorio. Algunas células poseen uno o pocos de estos apéndices; cuando son relativamente largos en proporción al cuerpo celular, se llaman *flagelos* y si tienen muchos, pero cortos, se les denominan *cilios* (Fig.22). Ambos tipos de prolongaciones sirven para que la célula se mueva en un ambiente líquido o para el desplazamiento de líquidos y partículas a lo largo de la superficie celular. Estas estructuras son frecuentes en organismos unicelulares y en los multicelulares pequeños. Los espermatozoides son ejemplos de células que poseen flagelos, en tanto que los cilios son comunes en las superficies de células que revisten conductos internos del cuerpo (como las vías respiratorias).

Los cilios y los flagelos de las eucariotas tienen similitud estructural. Cada uno consiste en un tallo esbelto y cilíndrico, cubierto por una extensión de la membrana plasmática. El centro del tallo contiene grupos de microtúbulos que pueden deslizarse entre ellos produciendo un movimiento oscilatorio o de barrido que necesita de la energía almacenada en el ATP.



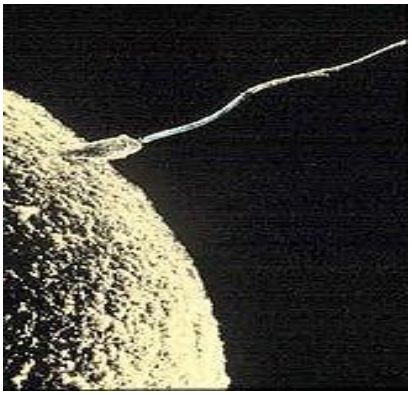


FIG.22: Microfotografías de flagelo en un espermatozoide, cilios de epitelio respiratorio. (imágenes extraídas de: www.sanemiro.blogspot.com/2009/04/hola-de-nuevo.html)

Movimientos en vegetales

Las plantas generalmente están fijas en el suelo, a merced de lo que ocurra, sin poder escapar. ¿Pero su margen de acción es tan escaso como parece? Mediante complejos mecanismos, monitorean permanentemente el ambiente y son capaces de acercarse a estímulos positivos para su vida o alejarse de elementos negativos. Hay ejemplos extremos y casos más imperceptibles, pero todas las plantas se mueven, claro que a su manera.

Los *tropismos* son reacciones más simples que consisten, sobre todo, en movimientos de orientación o de rechazo ante ciertos estímulos, como a la luz (fototropismo), el agua (hidrotropismo), al grado de humedad (higrotropismo) o a la gravedad terrestre (geotropismo o gravitropismo).

Por ejemplo, en la mayoría de los casos, los tallos tienden a escapar de la fuerza de gravedad creciendo hacia arriba y las raíces hacia abajo, hacia el centro de la Tierra. Esto es fácil de comprobar porque sin importar cómo caiga una semilla en el suelo, al germinar, el tallo de la plántula crece hacia arriba y las raíces crecerán hacia abajo.

El movimiento hacia la luz, conocido como *fototropismo* está controlado por hormonas vegetales, es positivo en los tallos, las hojas, inclusive órganos reproductivos que buscan la luz. Un ejemplo típico podemos encontrarlo en las plantas de interior que, cultivadas cerca de una ventana (iluminación unidireccional), tenderán a alargar y curvar sus tallos hacia el vidrio, como una manera de moverse hacia lo que necesitan. Los tallos de algunas plantas tienen fototropismo negativo, ocurre en la fase juvenil de muchas trepadoras como la *Monstera deliciosa (costilla de Adán)*. En principio buscan la sombra, porque así encontrarán fácilmente el tronco del árbol que las llevará a las alturas. Una vez encontrado el soporte, el fototropismo será positivo para emprender la escalada hacia la luz. Los girasoles tienen movimientos que privilegian su exposición plena al sol, cambian en el día de posición en su búsqueda mientras están creciendo.

Entre las trepadoras están las enredaderas, cuyos tallos abrazan soportes para sostenerse por medio de zarcillos (órgano que utilizan para sujetarse). Tienen movimientos imperceptibles por su lentitud, y van tanteando el espacio donde anclarse. Una vez encontrado, se aferran y después el cambio de curvatura se hace permanente. Hay otros ejemplos de movimientos como el de las flores, que se abren y se cierran de acuerdo con el momento del día en que sus polinizadores están más activos.

Las *nastias* son respuestas que no se orientan hacia el estímulo que las causa, sino que buscan la regulación interna de las plantas y generalmente son transitorios. Un ejemplo de respuesta nástica es la apertura o cierre de los estomas (orificios de la superficie de las hojas que permiten el intercambio gaseoso), lugar por el cual expulsan vapor de agua en cantidades que dependen de las condiciones hídricas de la planta. Por medio de la apertura de los estomas, las plantas también expulsan oxígeno, que es el compuesto de desecho resultante de la fotosíntesis (Fig. 23).

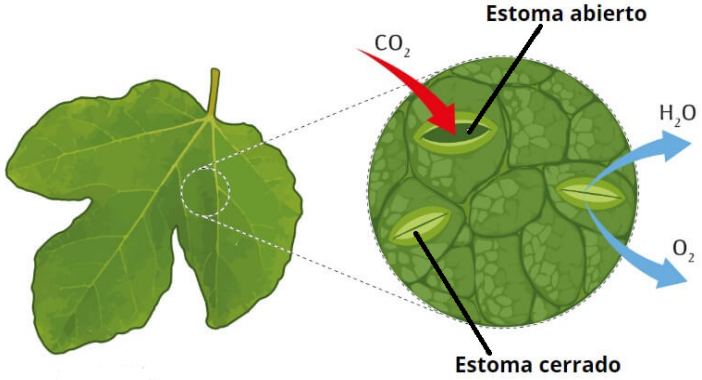


FIG. 23 Células oclusivas denominadas Estomas en la superficie de la hoja.

Ciertas plantas carnívoras como la Venus atrapamoscas (*Dionaea muscipula*), cuyas hojas son sensibles al roce, capturan a los insectos que balancean su dieta con nitrógeno y fósforo (Fig.24).

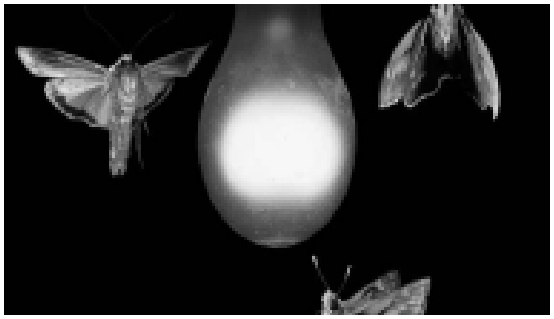


FIG.24. Venus atrapamoscas (*Dionaea muscipula*)

Los estímulos que desencadenan los movimientos varían: pueden ser la gravedad, la luz, el agua, la temperatura, diversas sustancias. Para cada estímulo hay sensores específicos que provocan una señal que se va amplificando hasta llegar al lugar de respuesta, donde se produce la acción de la planta.

Actividades

1. En las siguientes imágenes identifique si se trata de tropismos o taxismos y denominarlos según el estímulo que provocó el movimiento.



(A)



(B)



(C)

2. La siguiente foto muestra un detalle del tallo de la vid. ¿Cómo se denomina la estructura? ¿A qué tipo de movimiento representa?



3. Entre los organismos unicelulares encontramos a las amebas y a los paramecios. Investigue cómo se denominan sus tipos especiales de movimientos.
4. ¿Conoce algún tipo de ser vivo que no se mueva? Justifique.

Irritabilidad

Los seres vivos tienen la capacidad de responder a una variedad de estímulos tanto del medio exterior como del medio interno. Esta capacidad de respuesta se denomina *irritabilidad*.

Existen dos tipos de estímulos o "señales", externos si es que provienen desde el exterior o del ambiente donde se desarrolla un organismo, o internos, si se producen dentro del mismo organismo. Un estímulo es una variación física o química del ambiente interno o externo de un organismo. Un cambio en la intensidad o dirección de la luz, en la temperatura, en la presión, en la composición química del medio que rodea ya sea a un organismo o a una célula, es capaz de provocar una respuesta.

Las respuestas de los seres vivos son de tipo adaptativas, es decir, tienen un valor desde el punto de vista de la supervivencia o de la integridad del organismo. Éstas se diferencian de otras respuestas como por ejemplo la de un metal frente a un ácido o la de un resorte frente a un tensión ya que en estos casos son siempre iguales y ocurren siguiendo leyes de la física y la química.

Las respuestas adaptativas permiten a los organismos adaptarse a las condiciones del medio ambiente, pueden ser distintas para un mismo tipo de estímulo y además son ajustadas a la intensidad del mismo. Por ejemplo, algunos animales cambian de color para ocultarse de sus enemigos; otros permanecen quietos durante un largo tiempo al acecho de una presa. Todas estas acciones,

visibles o no, son manifestaciones del comportamiento, por tanto, en cualquiera de sus formas, el comportamiento es un mecanismo adaptativo, manifestado en una gran cantidad de acciones, para asegurar la supervivencia del individuo y de la especie. De no ser por la irritabilidad los organismos no podrían adaptarse al medio ambiente para satisfacer sus necesidades y sobrevivir.

Irritabilidad y Complejidad de Respuestas

La irritabilidad se manifiesta en todos los seres vivos por igual, desde las bacterias hasta los seres humanos. Sin embargo, las respuestas que puede manifestar el ser humano, son muy diferentes a las respuestas que puede emitir una bacteria. La diferencia está en dos cosas, en la cantidad de respuestas posibles y en la complejidad de las mismas. Por ej. Las respuestas de las bacterias se traducen en cambios de la velocidad de división celular, los vegetales suelen responder a leves cambios de dirección en el crecimiento del tallo o las raíces y en el caso nuestro, las respuestas pueden ser mucho más complejas aún.

Toda esta amplia gama de respuestas, son ejemplos de irritabilidad. La cantidad y complejidad de respuestas que pueda emitir un ser vivo va a depender de los mecanismos y sistemas de coordinación orgánica que posea. Los sistemas de coordinación e integración orgánica de los seres vivos son dos:

- el sistema endocrino: funciona mediante sustancias químicas llamadas hormonas y en este caso las respuestas son lentas, pero de larga duración en el tiempo (Fig.25)

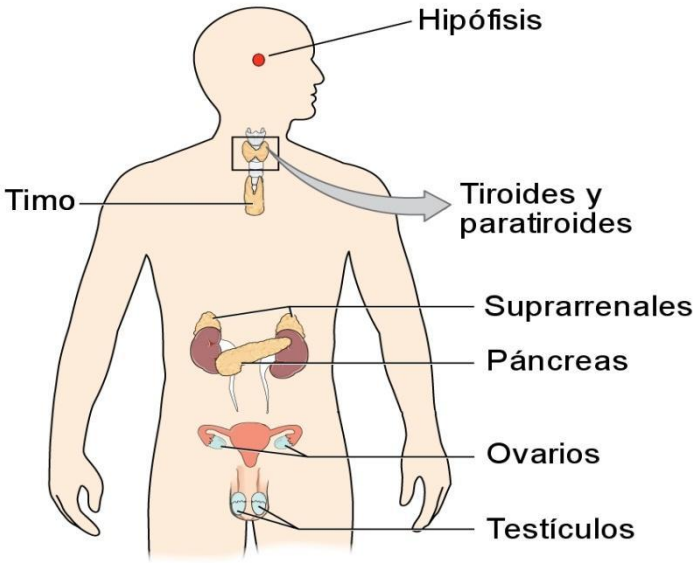


FIG. 25. Sistema endócrino

Las hormonas, también conocidas como mensajeros químicos, son liberadas al torrente sanguíneo y regulan algunas de las funciones del cuerpo en puntos muy alejados de donde son producidas, una vez capturadas por el receptor específico, conocido como célula/receptor blanco. Es un sistema de señales que guarda algunas

similitudes con el sistema nervioso, pero en lugar de utilizar impulsos eléctricos a distancia, funciona exclusivamente por medio de sustancias (señales químicas) que se liberan a la sangre. Las hormonas regulan muchas funciones en el organismo, incluyendo entre otras la velocidad de crecimiento, la actividad de los tejidos, el metabolismo, el desarrollo y funcionamiento de los órganos sexuales y algunos aspectos de la conducta. El sistema endocrino actúa como una red de comunicación celular que responde a los estímulos liberando hormonas. el sistema nervioso: funciona mediante pequeñas señales de naturaleza electroquímica, llamadas impulsos nerviosos y las respuestas en este caso son rápidas y de corta duración (Fig 26).

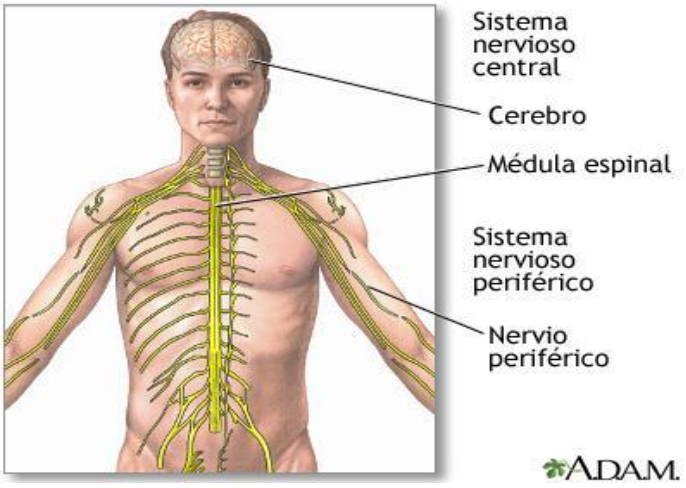


FIG. 26. Sistema Nervioso

El hombre, al igual que el resto de los vertebrados posee un sistema nervioso del tipo encefálico, el cual realiza tres etapas de procesamiento de la información (Fig 27) con el fin de responder a los cambios externos e internos. Cada una de estas etapas es controlada por poblaciones especializadas de neuronas.

- Recepción sensorial: controladas por neuronas sensitivas (receptores sensoriales) que transmiten desde sensores que detectan estímulos externos (luz, sonido, tacto, calor, olor y gusto) y condiciones internas (como presión arterial, nivel de CO_2 en sangre, y tensión muscular) hasta el centro integrador.
- Integración: Esta función es llevada a cabo por interneuronas (en el sistema nervioso central, constituido por el cerebro y la médula espinal) que integran (analizan e interpretan) las aferencias sensitivas. Teniendo en cuenta el contexto inmediato y lo que ha sucedido en el pasado, elabora una respuesta adecuada.
- Respuesta motora: consiste en la conducción de señales desde el centro integrador a través de vías eferentes motoras hacia los efectores que son las células musculares y glandulares encargadas de llevar a cabo las respuestas.

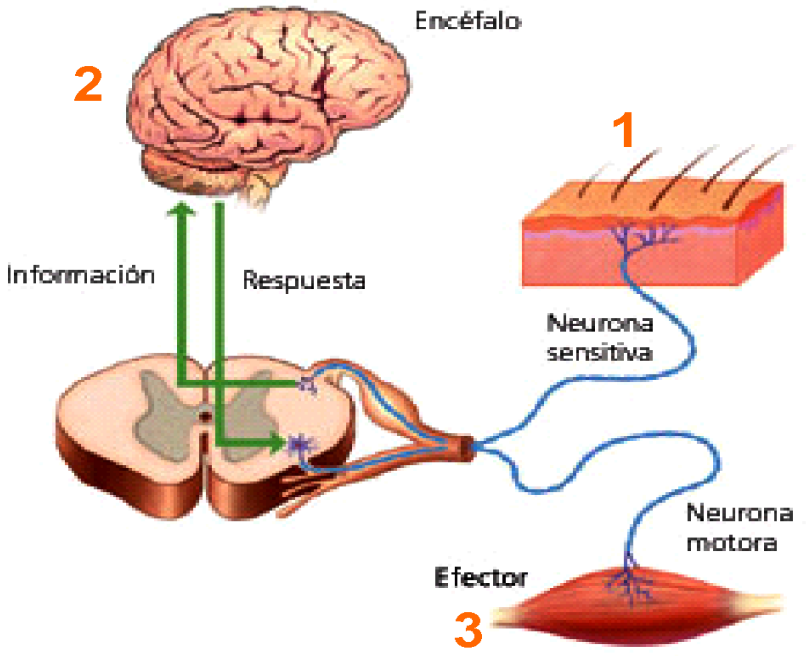


FIG. 27. Procesamiento de la información por los sistemas nerviosos: 11.- Recepción sensorial. 2- Integración. 3- Respuesta motora (Modificado de Campbel - Reece . Biología. 2007)

Homeostasis

Los miles de millones de células que componen el cuerpo humano necesitan condiciones relativamente estables para funcionar y contribuir a la supervivencia del cuerpo como una unidad. El mantenimiento de estas condiciones de estabilidad interna se denomina *homeostasis* que significa en griego (homoios, lo mismo y stasis, estancamiento). Fisiológicamente, significa que el cuerpo es capaz de mantener una cierta estabilidad en el medio interno independientemente de los cambios que se producen tanto en el interior como en el exterior del organismo.

Gran parte del medio interno está constituido por un líquido que baña a las células llamado líquido intersticial, la homeostasis mantiene el mismo a una temperatura aproximada a los 37°C y a una concentración adecuada de nutrientes y oxígeno para mantener el funcionamiento celular.





Mecanismos de control homeostático

Mantener la homeostasis significa que las células se encuentran en un medio que cubre sus necesidades y les permite funcionar con normalidad en condiciones externas variables. Los medios para mantener o restablecer esta característica se denominan mecanismos de control homeostático e involucran a casi todos los órganos y sistemas del cuerpo.

Si se producen circunstancias que requieren cambios o una regulación más activa del medio interno en algún aspecto, el cuerpo tiene que disponer de mecanismos de control que respondan a estas necesidades, estableciendo y manteniendo un medio interno saludable. Esta capacidad "auto regulatoria" del cuerpo requiere un sistema o red de comunicaciones integrado denominado bucle de retroalimentación. Estas redes regulan funciones tan distintas como: concentraciones de dióxido de carbono, temperatura, frecuencia cardíaca, ciclo del sueño, concentración plasmática de glucosa, la sed, etc., todos estas características deben mantenerse dentro de límites muy estrechos.

La transmisión de la información a estos bucles de retroalimentación está a cargo del sistema nervioso a través de impulsos nerviosos o el sistema endocrino por medio de la secreción de mensajeros químicos específicos llamados hormonas. Independientemente de la función que se regule o del mecanismo por el que se transmite la información (impulso nervioso o secreción hormonal), estos bucles de control de retroalimentación tienen los mismos elementos básicos y actúan de manera idéntica.

Elementos básicos de un mecanismo de control

En todo bucle de control de retroalimentación existen al menos tres elementos básicos:

- **Mecanismo sensor**
- **Centro de integración o control**
- **Mecanismo efector**

Las palabras **aferente** y **eferente** son términos de dirección utilizados frecuentemente en fisiología. Se usan para describir el movimiento de una señal desde un mecanismo sensor hacia un centro de integración o control (**señal aferente**) y el movimiento de una señal desde ese centro hacia cualquier tipo de mecanismo efector (**señal eferente**).

El proceso de regulación y el concepto de retorno a la normalidad requieren que el cuerpo pueda detectar o "sentir" los cambios que se producen en el medio externo o interno. Células nerviosas especializadas o glándulas productoras de hormonas actúan como **sensores homeostáticos**. Estos detectan variaciones respecto a los límites normales en los elementos que controlan y envían señales (impulsos nerviosos u hormonas) al **centro de control**.

Cuando un centro de control del bucle de retroalimentación (alguna región cerebral particular) recibe información procedente de un sensor homeostático, esa

información se analiza e integra con la que procede de otros sensores; de ser necesario, desde el centro de control se envía una señal eferente a algún mecanismo efector que inicia una acción homeostática. El nivel de la variable que mide el sensor se compara con el punto normal que debe mantenerse por la homeostasis. Si existe una desviación significativa de ese nivel, el centro de control envía su propia señal especializada al tercer elemento de bucle de control, **el mecanismo efector**.

Los efectores son músculos o glándulas que modifican directamente las variables fisiológicas controladas. Una acción efectora entonces puede ser el aumento o disminución de la temperatura corporal, la presión arterial, la concentración de azúcar en sangre, la frecuencia cardíaca, etc.

Una analogía sencilla para comprender el funcionamiento de un bucle de control de retroalimentación es un sistema de calefacción central automatizado. Como se describe en la (Fig. 28), al disminuir la temperatura, un sensor (termómetro) detecta este cambio y envía una señal a un centro de integración o control (termostato), que compara esta señal con los límites de temperatura preestablecidos y envía una señal eferente a la fuente de calor (estufa, caldera, etc.) para aumentar la emisión de calor que hace aumentar la temperatura. Nuevamente el sensor detecta el cambio de temperatura y envía una señal aferente al centro de control que compara esta nueva señal con los límites preestablecidos y si la temperatura se encuentra dentro de estos límites se detiene la señal eferente (disminuyendo la emisión de calor por la estufa).

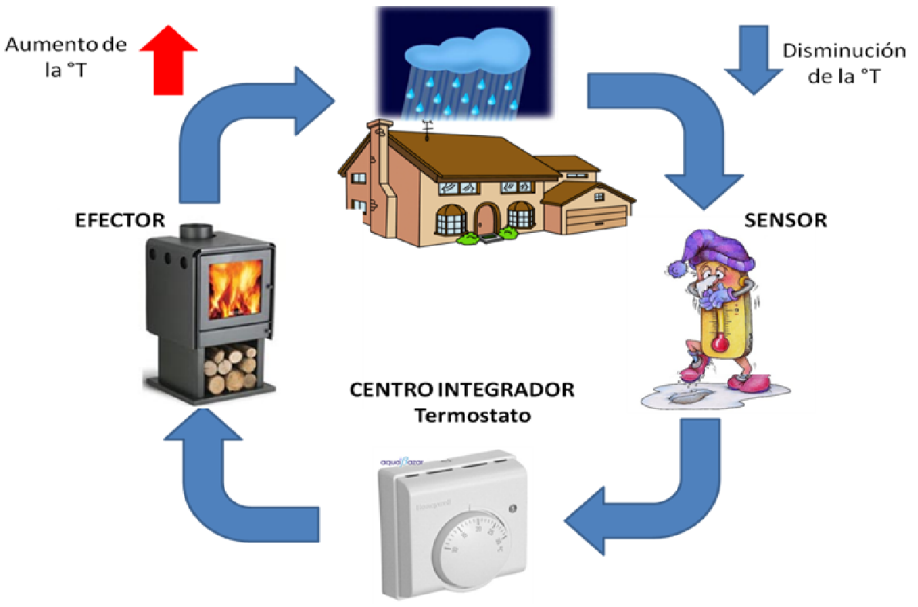


FIG. 28. Sistema de calefacción central automatizado

En la figura 29 podemos ver cómo se regula la temperatura del cuerpo de una forma muy parecida a la de la regulación de temperatura ambiente por el sistema de calefacción central que acabamos de exponer. En este caso, los receptores sensitivos de la piel y de los vasos sanguíneos actúan como sensores (termorreceptores),

controlando la temperatura corporal. Cuando el tiempo está frío baja la temperatura del cuerpo, se transmite información a través de los nervios al "termostato", situado en una parte del cerebro llamada **hipotálamo**. El integrador hipotalámico compara la temperatura real del cuerpo con el punto "integrado" preestablecido de temperatura corporal y envía una señal nerviosa a los efectores (fibra muscular que se contrae). En este caso, los músculos esqueléticos tiritan y actúan como efectores, con lo que producen calor. Los escalofríos normalizan la temperatura del cuerpo, momento en que cesan como consecuencia de la información que hace que el hipotálamo suspenda la contracción de los músculos esqueléticos.

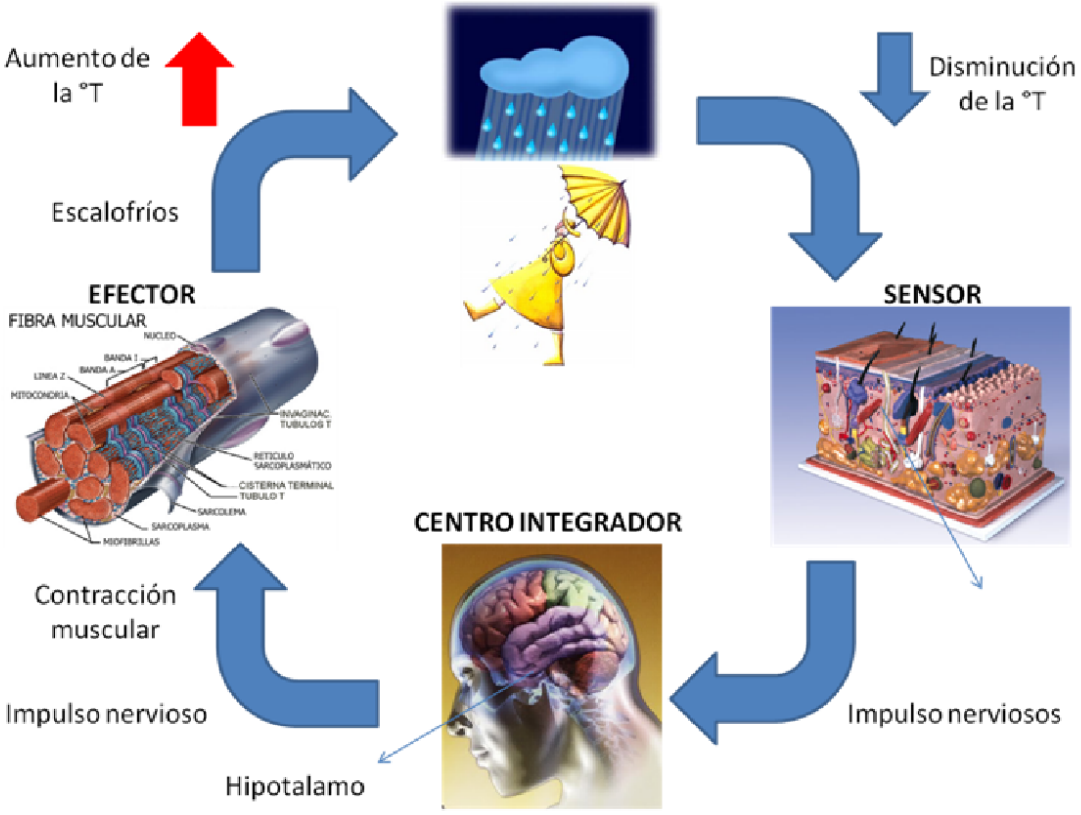


FIG. 29. Regulación de la temperatura corporal. Elementos que componen un sistema de control homeostático.

La acción efectora puede ser de naturaleza positiva o negativa. Si una respuesta revierte un cambio en una condición controlada, el sistema se denomina **RETROALIMENTACIÓN NEGATIVA**. El ejemplo de la regulación de la temperatura mediante un sistema de calefacción central es un ejemplo clásico de retroalimentación negativa. Son **inhibidores** y producen una acción que es opuesta al cambio que puso en marcha el sistema. Los sistemas de retroalimentación negativa estabilizan las variables fisiológicas. Impiden que éstas se desvíen demasiado de sus límites normales.

Otro ejemplo biológico de retroalimentación negativa es la regulación de la presión arterial ante una situación de estrés (fig. 30). Si un estímulo aumenta la presión arterial, los barorreceptores (células nerviosas que detectan la presión) ubicados en los vasos sanguíneos envían impulsos (información aferente) hacia el cerebro. El cerebro transmite impulsos nerviosos hacia el corazón. Como

consecuencia la frecuencia cardíaca disminuye y la presión arterial desciende hasta su valor normal.

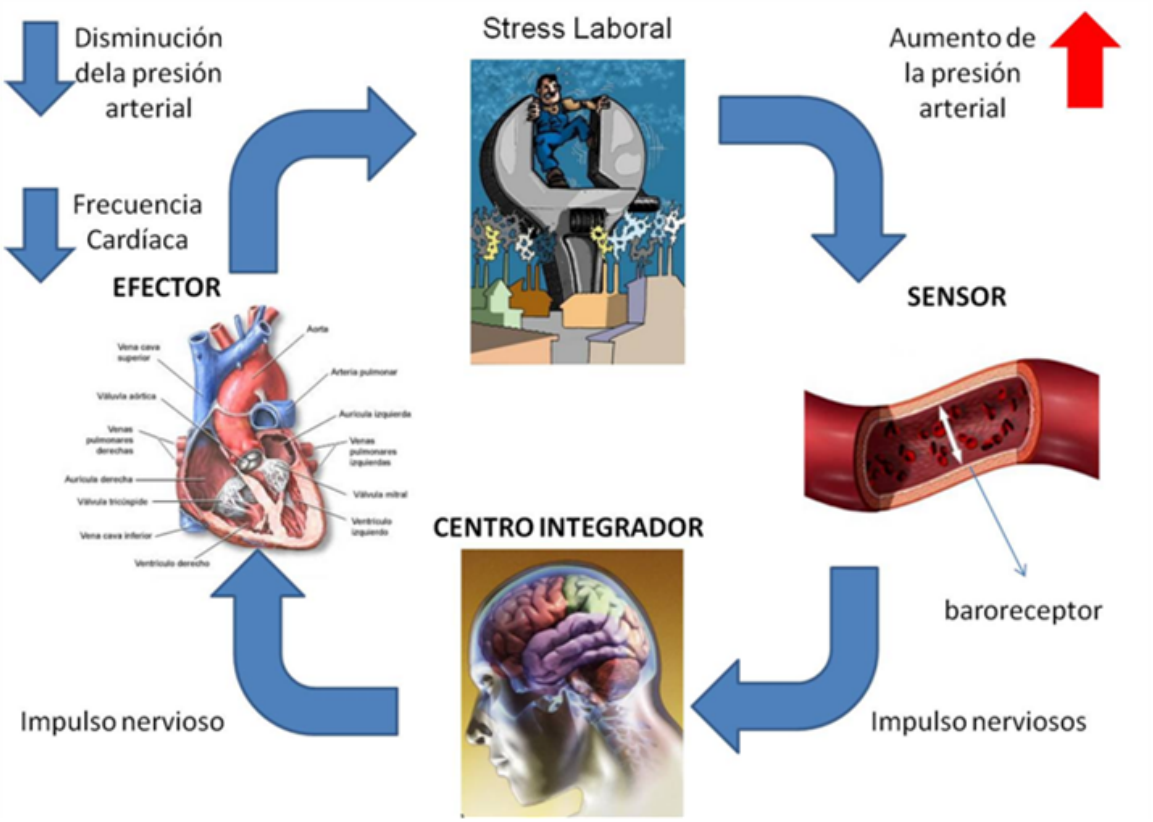


FIG. 30. Regulación de la presión arterial ante una situación de stress

Si una respuesta estimula un cambio en una condición controlada se denomina **RETROALIMENTACIÓN POSITIVA**. Los **sistemas de retroalimentación positiva** son **estimulantes**, y en lugar de oponerse a un cambio en el medio interno y dar una vuelta a la normalidad, la retroalimentación positiva refuerza el cambio que se está produciendo. En condiciones normales existen muy pocos ejemplos en los que operen sistemas de retroalimentación positiva. El parto, los estornudos y la coagulación constituyen ejemplos biológicos en los que actúan sistemas de retroalimentación positiva. Estos sistemas provocan que determinadas funciones corporales finalicen rápidamente.

Actividades

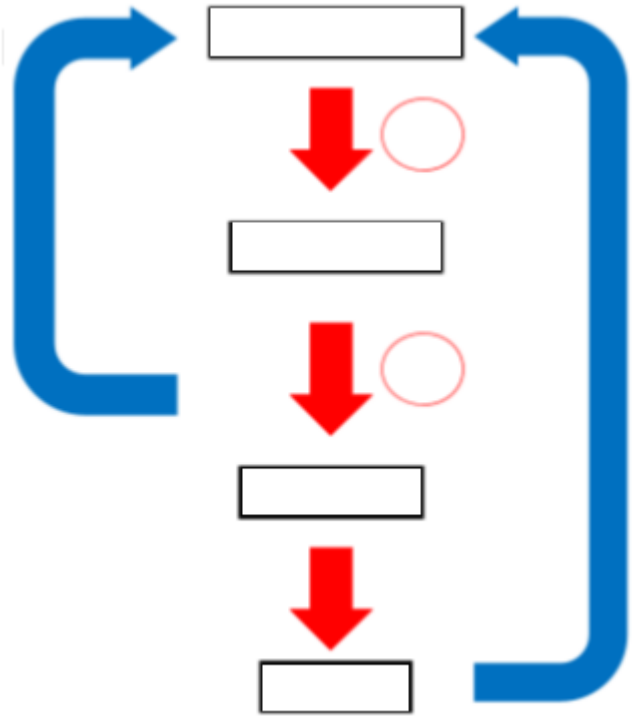
1. El concepto de homeostasis involucra a casi todos los órganos y sistemas del cuerpo humano. ¿Qué mecanismos de retroalimentación negativa o positiva actúan en las siguientes situaciones?
    - Una persona sale a correr y aumenta su frecuencia cardíaca.
    - En medio de la corrida siente sed y decide detenerse a tomar agua.
    - Por la noche, tras haber tenido una actividad física intensa, necesita dormir.

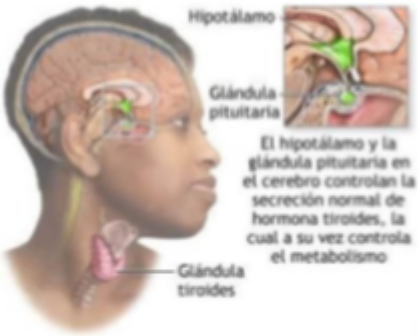
Investigue sobre cada uno de los procesos (aumento de la frecuencia cardíaca, sed y sueño) e identifique los elementos que componen el bucle de retroalimentación en cada una de las acciones explicando cómo están asociados entre sí (señales, tejidos u órganos implicados).

2. Leer el siguiente texto e identificar los componentes del sistema homeostático. Indicar el tipo de retroalimentación a que se refiere.

Al iniciarse el parto el niño es expulsado de la matriz o útero al canal del parto o vagina. Los receptores de tensión en la pared del útero detectan la mayor distensión producida por el movimiento del niño. Esa información se remite al cerebro, que activa la hipófisis para que segregue una hormona denominada oxitocina, que circula por el torrente sanguíneo hasta el útero, donde provoca contracciones más intensas que empujan al niño más adelante con lo que se incrementa la distensión y se estimula la liberación de más oxitocina. Las contracciones uterinas se hacen cada vez más fuertes hasta que el niño sale del cuerpo.

3. La tiroides es una glándula neuroendocrina que cumple un rol fundamental en el metabolismo basal y el crecimiento a través de la secreción de dos hormonas, la T3 (triyodotironina) y T4 (tiroxina). La actividad de la glándula tiroides está regulada por otras glándulas: la hipófisis (también llamada glándula pituitaria) y el hipotálamo. Investigue sobre el funcionamiento de este sistema y complete el siguiente esquema con los signos (+) o (-) si los estímulos son positivos o negativos respectivamente. Mencione cuáles son los factores que regulan positiva o negativamente la respuesta de secreción de T3 y T4.





Adaptación

Es la capacidad de los seres vivos para adecuarse a las condiciones variables del medio. Dicha adaptación es gradual y progresiva, y se manifiesta en los organismos a lo largo de varias generaciones mediante cambios en sus estructuras, tamaños, colores o comportamientos, entre varios más.

Cada organismo parece diseñado exactamente para las condiciones de su medio; un ejemplo es lo que sucede con las plantas que viven en lugares secos, las cuales por lo general poseen hojas muy reducidas o transformadas en espinas que les permiten ahorrar agua y disminuir los efectos de la radiación solar; además, los tejidos de las plantas de estas zonas están adaptados para retener el agua, cuando cuentan con ella.





Una característica de los seres vivos es su capacidad de *adaptación*. A esta característica se la puede definir como el desarrollo, comportamiento, morfología o fisiología que surge en un ambiente determinado y que mejora su oportunidad para sobrevivir y dejar descendencia fértil.

La adaptación es el proceso evolutivo por el cual los organismos llegan a estar mejor capacitados para vivir en su ambiente. Todos los organismos son producto de complejas interacciones entre los genes de sus ancestros y las condiciones ambientales. Si todos los individuos de una especie fueran exactamente iguales entre sí, los cambios desfavorables del ambiente externo resultan desastrosos para todos ellos y la especie se extinguiría.

La clave de la diversidad de los seres vivos en el planeta es la adaptación a los factores abióticos (no vivos) del ambiente, como la temperatura, la luz, la salinidad, la humedad; y a los factores bióticos (vivos), representados por la acción de los otros organismos, aquí podríamos considerar por ejemplo a los parásitos.

A estas adaptaciones desarrolladas por cada especie, las podemos clasificar en tres grupos:

- Adaptaciones morfológicas: son aquellas adaptaciones relacionadas con la forma de sus organismos completos, por sus diferentes órganos o partes de sus estructuras.

- Adaptaciones fisiológicas: son aquellas que guardan relación con el metabolismo y funcionamiento interno de diferentes órganos o parte de un individuo.
- Adaptaciones etológicas: se trata de las adaptaciones relacionadas con el comportamiento de los individuos de una especie dada.

Analicemos un ejemplo donde se encuentran los tres tipos de adaptaciones:

Adaptaciones al Frío

Las temperaturas bajas suponen una disminución de la velocidad de las reacciones químicas y una ralentización del metabolismo. También conllevan la congelación del agua y eso imposibilita la vida activa. **Los pingüinos** presentan ejemplos de las adaptaciones evolutivas múltiples, son homeotérmicos, es decir, mantienen una temperatura corporal relativamente estable entre 35º y 41º C en temperaturas extremas de hasta -60° C. Para mantener su temperatura interna y evitar la pérdida de calor están aislados **por una gruesa capa de grasa**, debajo de la piel, similar a las ballenas, focas y otros grandes animales de aguas frías. Además, los cuerpos de los pingüinos están cubiertos **de una capa de plumas más densa** que en cualquier otra ave. La base de sus plumas también es felpuda para atrapar aire y tener un mejor aislamiento. **Las arterias y las venas de sus extremidades están situadas muy cerca**, de tal manera que pueden intercambiar calor. **Tiemblan** para aumentar la producción de calor metabólico, **jadean** y exponen sus patas para deshacerse del exceso de calor (sus patas son la única parte del cuerpo que no está cubierta de plumas aislantes) (fig. 30).

A su vez, los pingüinos presentan **comportamientos para mantener sus plumas en muy buenas condiciones** para que los aísle del frío, del viento y el agua. Se aíslan contra el agua al acicalarse con secreciones especiales de aceite. El pingüino Emperador con 1,10 m de envergadura ha desarrollado el **comportamiento social** de amontonarse para compartir el calor corporal en las condiciones más duras de la tierra firme de Antártica, donde han sido observadas temperaturas debajo de -60° C y ventiscas de 250 Km./ h.



FIG. 30. Adaptaciones del pingüino emperador *Aptenodytes forsteri*

Aclimatización y aclimatación

La adaptación implica modificación de la información genética heredable, sin embargo hay respuestas a cambios del ambiente que se producen en un individuo que afectan a la expresión de sus características sin afectar al DNA. Esto da lugar a dos procesos, *aclimatización y aclimatación* los cuales son frecuentemente confundidos con adaptación.

- **Aclimatización:** Cambios compensatorios en un organismo bajo múltiples variaciones naturales del ambiente, sea estacional o geográfico. También llamada "adaptación genotípica". Podemos decir que es el cambio fisiológico, bioquímico o anatómico que ocurre en un individuo y resulta de la exposición crónica a condiciones ambientales nuevas que pueden ocurrir en el ambiente natural. Un ejemplo sería el bronceado de la piel al exponernos al sol, pero esta característica "piel bronceada" no podemos transmitirla a la descendencia.
- **Aclimatación**: Cambios compensatorios como consecuencia de la exposición controlada a condiciones experimentales. Es el mismo proceso que el anterior, pero los cambios son inducidos experimentalmente en el laboratorio o en el campo por el investigador.

Generalmente ambos procesos son reversibles, en cierto grado. Por ejemplo, si un animal migra desde un valle a las partes más altas de una sierra (cambio voluntario en el ambiente natural) su tasa de ventilación pulmonar se incrementará inicialmente para adquirir la cantidad de oxígeno adecuada. En pocos días o semanas, sin embargo, la tasa de ventilación bajará a niveles normales, y empezarán a operar otros cambios fisiológicos que facilitan el intercambio de oxígeno en la altura. Se dice que este animal estará **aclimatizado**. Si un investigador coloca un animal en una cámara de baja presión, simulando condiciones de gran altura, el animal estará **aclimatado** a las condiciones experimentales en pocos días. Este mecanismo a corto plazo contrasta, por ejemplo, con el caso del ganso *Anser indicus*, que es capaz de volar por sobre los picos del Monte Everest, estando adaptado a las grandes alturas debido a la selección natural que operó en esa especie.

Actividades

1. Luego de leer el siguiente texto, elabore hipótesis acerca de la menor longitud del tubo digestivo de carnívoros y su alimentación menos frecuente.

   Los mamíferos herbívoros tienen una serie de adaptaciones intestinales.

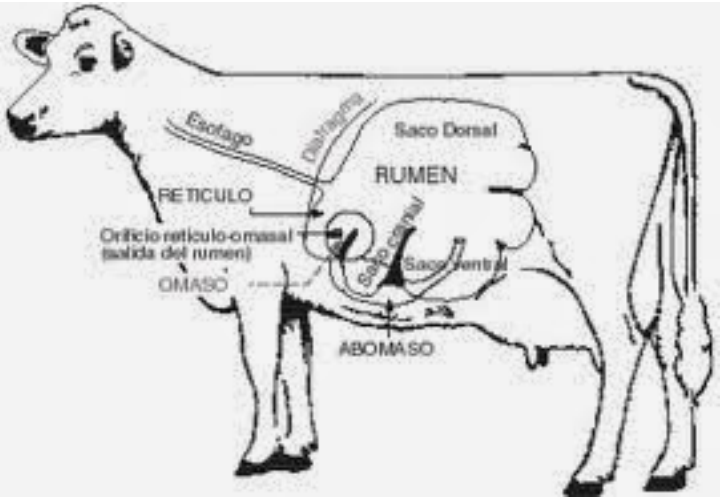
   La celulosa, el hidrato de carbono estructural de las plantas está formado por largas cadenas de glucosa unidas por un tipo de enlace químico que muy pocas enzimas pueden romper. Ningún vertebrado sintetiza estas enzimas, sin embargo los herbívoros almacenan una microflora de bacterias anaerobias en cámaras de fermentación en el tubo digestivo. Estas

bacterias son las encargadas de metabolizar la celulosa, dejando libres una serie de azúcares y almidones que el mamífero puede absorber y utilizar.

Los rumiantes (bueyes, búfalos, ovejas y ciervos entre otros) tienen un enorme estómago con cuatro cámaras. Cuando un rumiante come, la hierba pasa por el esófago hasta la panza, donde es descompuesta por bacterias y se forman pequeñas bolas de alimento. En los momentos de tranquilidad el rumiante regurgita estas pelotas a la boca donde las mastica lentamente para triturar la fibra. Una vez tragado de nuevo la pulpa atraviesa la panza y llega a la redecilla y a continuación al libro donde se reabsorben agua y nutrientes solubles. El resto llega al auténtico estómago llamado cuajar donde se segregan enzimas proteolíticas y se lleva a cabo la digestión normal.

Los herbívoros tienen tractos digestivos grandes y largos y deben comer una considerable cantidad de plantas para sobrevivir.

El tubo digestivo de los carnívoros es más corto y el ciego, si existe, es más pequeño. Los carnívoros comen con menor frecuencia y tienen más tiempo para explorar y jugar. (Texto extraído de Principios integrales de zoología. Hickman-Roberts y Parson. Ed. McGraw-Hill Interamericana. Madrid. 2000).



Bibliografía

- **BIOLOGÍA: LA VIDA EN LA TIERRA,** Audesirk Teresa; Audesirk Gerald; Byers, Bruce E. Pearson Educación de ISBN 978-970-26-1194-3 México. Año 2008.
- **BIOLOGÍA 1**, Gama Fuertes, María de los Ángeles. Serie Competencias+Aprendizaje+Vida Segunda edición Pearson Educación de México, S.A. de C.V. ISBN: 978-607-32-1540-4. México, Año 2012.
- **CURTIS BIOLOGÍA**, Curtis, Barnes, Schnek, Massarini.Ed. 7º Edición. Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires. Año 2008.
- **BIOLOGÍA**, Curtis H, Sue Barnes N. 6º Edición, Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires. Año 2000.
- **BIOLOGÍA**, Campbell-Reece. 7º Edición. Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires. Año 2007.
- **VIDA**, La Ciencia de la Biología,. Purves WK, Sadava D, Orinas GH y Séller HC. 6º Edición. Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires. Año 2003.
- **INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA CELULAR**, Alberts, Brain, Hopkin, Johnson, Lewis,Raff, Roberts, Walter. 2º Edición. Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires. Año 2006.
- **BIOLOGÍA MOLECULAR DE LA CÉLULA**, Alberts, B.; Johnson, A.; Lewis, J.; Raff, M.; Roberts, K. y Walter, P. 4ª Edición. Ed. Omega, Barcelona. Año 2004.
- **BIOLOGÍA CELULAR Y MOLECULAR**, Lodish H, Berk A, Zipursky L, Matsudaira P, Baltimore D y Darnel J. 5º Edición. Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires. Año 2005.
- **BIOLOGÍA**, Curtis H., Sue Barnes Editorial Médica Panamericana. 6º Reimpresión. Año 2006.
- **EMBRIOLOGÍA DEL DESARROLLO**, Wolpert, Lewis Jessell, Thomas, Lawrence, Peter, Meyerowitz, Elliot. Editorial Médica Panamericana. España. Año 2000.
- **PRINCIPIO DE ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA**, Tortora, G.J & B. Derrickson. 11º Edición. Ed. Panamericana. Año 2006.
- **ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA**, Thibodeau G.A. & K.V. Patton. 6º Edición. Editorial Harcourt. Año 2008.

Glosario

A

Ácido desoxirribonucleico (ADN). Es el portador de la información genética en las células, compuesto por dos cadenas complementarias de nucleótidos enrolladas en una doble hélice, capaz de autorreplicarse y de dirigir la síntesis de ARN.

Ácido graso. Molécula formada por un grupo –COOH y una cadena hidrocarbonada larga. Los ácidos grasos son componentes de grasas, aceites, fosfolípidos, glucolípidos y ceras.

Adaptación *[Lat. adaptare, acomodar]*. 1. Estado de encontrarse ajustado al ambiente como resultado de la selección natural. 2. Adaptación fisiológica, proceso que puede ocurrir ya sea en el curso de la vida de un organismo individual, como la producción de más glóbulos rojos en respuesta a la exposición a grandes altitudes, o bien en una población, durante el curso de muchas generaciones.

Adenosin trifosfato (ATP). Es el nucleótido que suministra la moneda energética para el metabolismo celular; compuesto por adenina, ribosa y tres grupos fosfato.

Almidón. Grupo de carbohidratos complejos e insolubles que constituyen la principal sustancia almacenadora de materia y energía en las plantas.

Ácido ribonucleico (ARN). Ácido nucleico que se distingue por la presencia del azúcar ribosa y la pirimidina uracilo; incluye mRNA, tRNA y rRNA. El RNA es el material genético de muchos virus, llamados retrovirus.

Aminoácidos. Unidades monoméricas de proteínas; cada uno está formado por tres grupos funcionales unidos con un carbono α central: un grupo amino, una cadena lateral definitoria y un grupo carboxílico.

Anabolismo. Conjunto de reacciones químicas que transcurren en la célula a partir de la cual moléculas sencillas se transforman en moléculas más complejas, cada una de estas reacciones necesitan de energía para que se produzcan.

Anfipático. Propiedad biológicamente importante de una molécula que tiene regiones tanto hidrofóbicas como hidrofílicas.

Azúcar. Térmico utilizado como referencia para nombrar a los glúcidos, carbohidratos o hidratos de carbono.

B

Biosfera *[Gr. bios, vida + sphaira, globo]*. Las zonas de aire, suelo y agua de la superficie de la Tierra que están ocupadas por seres vivos.

C

Cadena beta (β). Una posible estructura secundaria de un polipéptido en la que la columna central de la cadena asume una conformación plegada (o plisada).

Capilaridad. El efecto del agua o de cualquier líquido a lo largo de una superficie; resulta del efecto combinado de la cohesión y la adhesión.

Carbohidrato *[Lat. carbo, carbón + hydro, agua]*. Compuesto orgánico que consiste en una cadena o anillo de átomos de carbono a los que están unidos el hidrógeno y el oxígeno en una relación aproximada de 2:1; los carbohidratos son también llamados azúcares, glúcidos e hidratos de carbono. Son ejemplos de ellos: almidón, glucógeno, celulosa, entre otros.

Catabolismo *[Gr. katabole, derribar]*. Dentro de una célula o de un organismo, la suma de todas las reacciones químicas en las cuales las moléculas grandes se desintegran en partes más pequeñas, que permiten obtener energía para la célula.

Célula *[Lat. cella, celda o cámara]*. Es la unidad estructural y funcional de los organismos, rodeada por una membrana y compuesta por citoplasma y, en los eucariontes, uno o más núcleos.

Celulosa *[Lat. cellula, pequeña celda]*. Es el constituyente principal de la pared celular en todas las plantas; es un carbohidrato complejo insoluble formado por microfibrillas de moléculas de glucosa.

Clorofila [*Gr. chloros, verde + phyllon, hoja]*. pigmentos verdes que actúan como receptores de la energía lumínica en la fotosíntesis.

Colesterol. Esterol encontrado en las células animales que puede constituir hasta la mitad de los lípidos de una membrana plasmática; su proporción relativa en cualquier membrana afecta su comportamiento fluido.

Comunidad. Todas las poblaciones de organismos que habitan en un ambiente común y se encuentran en interacción unas con otras.

D

Desnaturalización. Es la pérdida de la configuración nativa de una macromolécula que resulta, por ejemplo, del tratamiento con calor, de cambios extremos de pH, del tratamiento químico u otros agentes desnaturalizadores. Habitualmente está acompañada por pérdida de la actividad biológica.

E

Ecosistema *[Gr. oikos, casa + systema, lo que se pone junto]*. Es el conjunto de los organismos de una comunidad y los factores abióticos asociados, con los que están en interacción.

Endergónico *[Gr. endon, dentro + ergon, trabajo]*. Son reacciones químicas que requieren energía.

Enlace covalente. El tipo de enlace químico en el que dos átomos comparten pares de electrones.

Enlace glucosídico. Enlace químico que se forma entre moléculas de azúcar.

Enlace iónico. Un enlace no covalente que ocurre entre iones con carga opuesta.

Enlace no covalente. Un enlace químico relativamente débil basado en fuerzas de atracción entre regiones con cargas opuestas dentro de una molécula o entre dos moléculas cercanas.

Enlace peptídico. El enlace químico que une los aminoácidos en una proteína; se forma cuando el grupo carboxilo de un aminoácido reacciona con el grupo amino de un segundo aminoácido.

Enlace puente de hidrógeno. La interacción de atracción débil entre un átomo de hidrógeno unido por enlace covalente con un átomo electronegativo (por lo tanto, con una carga positiva parcial) y un segundo átomo electronegativo.

Enlace puente de disulfuro. Se forma entre dos cisteínas distantes una de la otra en la columna central del polipéptido o en dos polipéptidos separados. Ayudan a estabilizar las intrincadas formas de las proteínas.

Enzima *[Gr. en, en + zyme, levadura].* Catalizador orgánico. Sustancia química que modifica la velocidad de una reacción. Generalmente se trata de proteínas.

Exergónico *[Gr. ex, fuera de + ergon, trabajo].* Son las reacciones químicas que liberan energía.

Evolución *[Lat. e-, fuera + volvere, girar].* Proceso de cambio; cambios en el reservorio génico de una generación a la siguiente como consecuencia de procesos como la mutación, la selección natural, la migración, el apareamiento no aleatorio y la deriva genética.

F

Fisión binaria *[Lat. fissus, partir + binarius, formado por dos cosas o partes].* Reproducción asexual por división de la célula o del cuerpo en dos partes iguales o casi iguales.

G

Grupos funcionales. Agrupaciones particulares de átomos que tienden a actuar como unidad y a menudo afectan el comportamiento químico y físico de las moléculas orgánicas más grandes a las que pertenecen.

H

Hélice alfa (α). Una posible estructura secundaria de los polipéptidos en la que la columna central de la cadena adquiere una conformación espiral (helicoidal).

Hormona *[Gr. hormaein, excitar].* Molécula orgánica, habitualmente secretada en cantidades pequeñas en una parte de un organismo, que regula la función de otro tejido u órgano.

M

Metabolismo *[Gr. metabole, cambio].* Es la suma de todas las transformaciones físicas y químicas que ocurren dentro de una célula o de un organismo.

P

pH. Símbolo que denota la concentración de iones hidrógeno en una solución. Los valores de pH van de 0 a 14; cuanto más bajo sea el valor, más ácida será una

solución, o sea, contendrá mayor cantidad de iones hidrógeno; el pH = 7 es neutro, el inferior a 7 es ácido, y el superior a 7 es alcalino o básico.

Q

Queratina *[Gr. karas, cuerno]*. Proteína fibrosa, especialmente abundante en la piel, las uñas, el pelo, las plumas y las pezuñas.

Quitina *[Gr. chiton, túnica, prenda interior].* Polisacárido rígido y resistente, que contiene nitrógeno, presente en el exoesqueleto de los artrópodos –una cutícula epidérmica– y también en las paredes celulares de los hongos.

R

Reacción química. Interacción entre átomos, iones o moléculas que da por resultado la formación de nuevas combinaciones de átomos, iones o moléculas.

Receptor. Cualquier sustancia que pueda unirse con una molécula específica (ligando), lo que a menudo conduce a la captación o transducción de una señal.

Replicación semi-conservadora. Característica del proceso de replicación del ADN, a través del cual esta molécula tiene la capacidad de producir réplicas de sí misma. Cada nueva cadena se forma conservando una de las cadenas viejas con la cual es complementaria.

Reproducción asexual. Cualquier proceso reproductor, como la gemación o la división de una célula o de un organismo en dos o más partes aproximadamente iguales, en el que no interviene la unión de gametos.

Reproducción sexual. Reproducción en la que interviene la producción de gametos (meiosis) y la fecundación.

Retroalimentación negativa. Mecanismo de control por el cual el incremento en alguna sustancia inhibe el proceso que lleva a su aumento.

S

Selección natural. Proceso de interacción entre los organismos y su ambiente que da por resultado una tasa de reproducción diferencial de los diferentes genotipos presentes en la población; puede generar evolución.

Síntesis *[Gr. syntheke, poner juntos].* Procesos para la formación de una sustancia más compleja a partir de sustancias más simples (reacciones anabólicas).

Sistema nervioso. Es el sistema receptor-conductor-efector; en los seres humanos, el sistema nervioso según su ubicación se clasifica en sistema nervioso central (cerebro y médula espinal) y el sistema nervioso periférico (ganglios y nervios).

Sistemas de retroalimentación. Mecanismos de control por los cuales un incremento o una disminución en el nivel de un factor determinado inhibe o estimula la producción, la utilización o la liberación de ese factor importante en la regulación de los niveles enzimáticos y hormonales, las concentraciones iónicas, la temperatura y muchos otros factores.

T

Taxismo. Es el movimiento, reacción o cambio de orientación que realizan los animales en respuesta a un estímulo. Ocurre por un estímulo positivo o negativo captado por medio de los sentidos.

Teoría *[Gr. theorein, mirar a].* Generalización basada sobre muchas observaciones y experimentos; hipótesis verificadas.

Teoría celular. Teoría de organización biológica que tiene tres bases: todos los organismos están formados por una o más células; la célula es la unidad estructural de la vida; las células sólo surgen de la división de células preexistentes.

Tropismo. Fenómeno biológico que realizan las plantas al crecer realizando un desplazamiento provocado por un estímulo medioambiental.